Die Sternenwelt.

Die Sternenwelt.

Die Sternenwelt.

Leichtfaßliche

Vorträge über die Astronomie

von

Dr. G. A. Jahn,
Director der astronomischen Gesellschaft in Leipzig.

Mit vielen in den Text gedruckten Holzschnitten.

Leipzig
Verlag von Ambr: Abel.
1852.

Inhalt.

Erster Vortrag.

Zweiter Vortrag.

Dritter Vortrag.

Vierter Vortrag.

Fünfter Vortrag.

Sechster Vortrag.

Siebenter Vortrag.

Achter Vortrag.

Neunter Vortrag.

Zehnter Vortrag.

Elfter Vortrag.

Erster Vortrag.

Einleitung.

Wenn Sie, hochgeehrte Zuhörer, sich bei mir versammelt haben, mit dem Wunsche, daß ich Ihnen die wichtigsten Lehren und interessantesten Gegenstände einer Wissenschaft, die sich mit der Betrachtung des Sternenhimmels beschäftigt, mittheilen und erklären möchte, so habe ich, um dieser Aufforderung und Ihren Erwartungen einiger Maaßen entsprechen zu können, vorerst anzudeuten, daß ich mit Ihnen in einer Reihe von Vorträgen durch das große und herrliche Gebiet der Astronomie nach einem Plane zu wandern gedenke, der weder gelehrte Vorkenntnisse als die unentbehrlichen Hilfsmittel zur Reise von uns fordert, noch darauf hinzielt, vorzugsweise unsere Sinne zu beschäftigen und unserm Gemüthe allein, ohne Mitwirkung eines verständigen Nachdenkens, beständig Nahrung zu reichen, ja wohl gar eine Menge erkünstelter Gefühle in uns zu erregen und in steter Spannung zu erhalten! Nein, meine geehrten Zuhörer, ich werde, von den allerersten und gewöhnlichsten Erscheinungen anfangend, Sie Schritt für Schritt weiter zu führen suchen, bis zu den verwickelsten Phänomenen des Himmels und seinen erhabensten Gegenständen, wie es das beobachtende Auge und der forschende Verstand des Menschen vom Anfange seines Geschlechtes an bis auf die neueste Zeit allmälig, bald langsamer bald schneller, gethan haben. Nur auf diese Weise wird es uns, denke ich, möglich sein, zu einer allgemeinen und klaren Einsicht und Uebersicht alles dessen zu gelangen, was die Astrono-

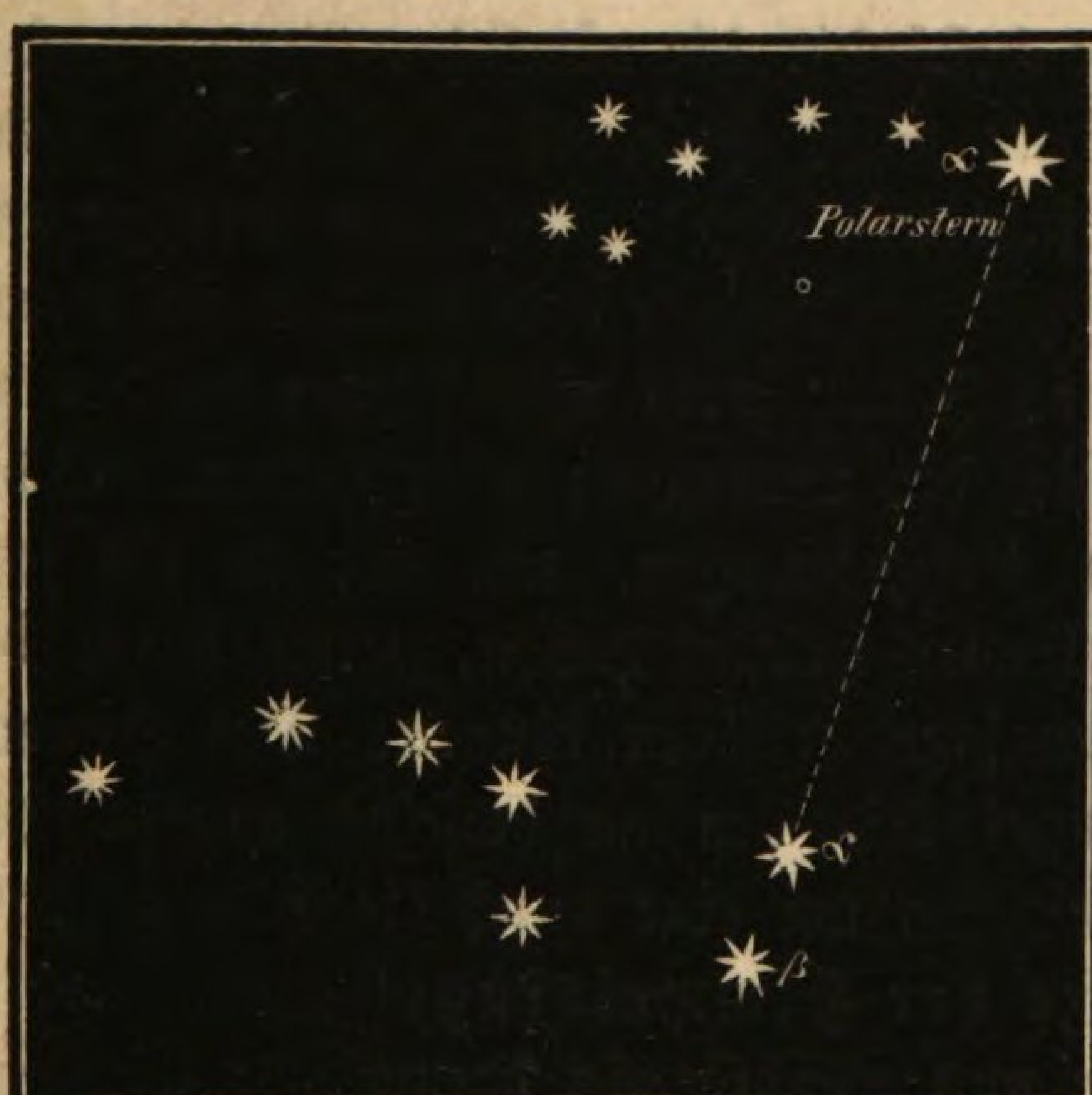
mie als die bis jetzt gewiß schönste und vollkommenste aller Wissenschaften darzubieten hat! Möchte nun aber auch meine Hoffnung, Ihnen durch meine jetzt folgenden Vorträge recht häufig Veranlassung zu einer sehr angenehmen und würdigen Unterhaltung zu geben, in reichliche Belohnung mir gewährende Erfüllung übergehen!

Horizont. — Mittagskreis. — Weltaxe und Pole. — Himmels-Gegenden. — Mittagslinie.

Wenn wir wissen, daß Sonne und Mond am Himmel auf- und untergehen, so können wir uns bald überzeugen, daß dies auch mit einem großen Theile der Sterne der Fall ist. Wenn man nämlich in einer heitern Nacht seine Augen gegen Mittag wendet und, denselben Standpunkt behaltend, den gestirnten Himmel, besonders bei Abwesenheit des Mondes, einige Zeit hindurch betrachtet, so wird man leicht und bald wahrnehmen, daß alle Sterne sich gleichsam an einer um zwei feste Punkte drehenden Kugel angeheftet befinden. Denn viele Sterne erscheinen im Osten, d. h. sie gehen auf, erheben sich dann allmälig, rücken nach rechts zu weiter fort, indem sie ein Stück von einem kleinern oder größern Kreise beschreiben, sinken hierauf wieder nach und nach herab, und verschwinden endlich im Westen, d. h. sie gehen unter. Einige sieht man blos auf kürzere Zeit tief am südlichen Himmel; andere durchlaufen fast einen Halbkreis und sind beinahe 12 Stunden sichtbar. Wendet man sich dagegen mit seinem Blicke gegen Norden, so zeigen sich Sterne, die zwar noch auf- und untergehen, allein deren Weg am Himmel größer als ein Halbkreis ist und welche fast über den Kopf des Beobachters heraufkommen. Endlich werden wir am nördlichen Himmel Sterne antreffen, die, niemals untergehend, also stets sichtbar bleibend, einen ganzen Kreis

beschreiben, der jedoch desto kleiner wird, je näher die Sterne selbst einem gewissen Punkte stehen, der gleichsam der Mittelpunkt dieses ganzen Systems von Sternen ist, welche letztere wir desto langsamer sich bewegen sehen, je kleiner ihre kreisförmigen Bahnen werden. Sehr nahe jenem Mittelpunkte nun steht ein heller Stern, welcher der **Polarstern** heißt und der es verdient, daß wir ihn unter allen Sternen zuerst kennen lernen, weil er in mehr als einer Beziehung, wie ich Ihnen bald mittheilen werde, für unsere folgenden Betrachtungen des Himmels nöthig ist. — Jeder von Ihnen kennt ohne Zweifel den sogenannten großen **Himmelswagen**, jene aus sieben hellen Sternen formirte große Gruppe am mitternächtlichen Himmel. Wird nun vom Sterne β im Viereck dieses, gewöhnlich der **große Bär** genannten, Sternbildes eine Linie nach dem Sterne α gezogen gedacht und sie dann weit genug verlängert, so trifft diese Linie einen hellen Stern, nämlich den mit α bezeichneten an der Schwanzspitze des **kleinen Bären**, eines kleinen Sternbildes, das dieselbe Gestalt wie der große Bär hat, nur in umgekehrter Lage gegen diesen sich befindet. Der gefundene helle Stern an der Schwanzspitze des kleinen Bären nun ist der Polarstern, welcher also fast still zu stehen scheint.

Fig. 1.



Ich darf wohl voraussetzen, daß Ihnen bekannt sei, daß der Horizont oder Gesichtskreis die kreisförmige Begrenzung des für uns sichtbaren Theils der Erdoberfläche ist. Sie sehen im Horizonte den (untern) Rand des uns als eine hohle Halbkugel vorkommenden Himmels gleichsam aufruhen; der Horizont bildet demnach die Grenze für alle Himmelserscheinungen hinsichtlich ihrer Sichtbarkeit für uns, und in ihm also ereignen sich die Auf- und Untergänge der Gestirne.

Vergleichen Sie nun einmal diese letztern Erscheinungen mit irgend einem in ihrer Nähe befindlichen festen irdischen Gegenstande, z. B. mit einem am Horizonte stehenden Thurme, so werden Sie, sobald Sie nur denselben Standpunkt stets behalten, recht bald ohne Mühe gewahr werden, daß ein jeder auf- und untergehende Stern täglich an einer und derselben Stelle des Horizonts erscheint und verschwindet. Bei diesen und ähnlichen Betrachtungen werden Sie noch die Entdekkung machen, daß die Sterne ihre gegenseitigen Stellungen, sowie ihre Entfernungen von einander niemals ändern, d. h. daß die Sterne beständig die nämlichen Gruppen oder Figuren bilden. Wenn Sie, hochgeehrte Zuhörer, dann Alles, was wir bis jetzt in's Auge gefaßt und wahrgenommen haben, gehörig zusammenfassen und darüber ein wenig nachdenken, so wird es Ihnen wohl nicht schwer werden zu entdecken, daß man sich die Bewegung aller Sterne und die hieraus entstehenden Erscheinungen, wie wir sie bis jetzt wahrgenommen und kennen gelernt haben, leicht durch die folgende einfache Annahme erklären können: Der Himmel sei eine feste Hohlkugel mit den an dieselbe angehefteten Sternen, die sich gleichsam um eine durch die Erde gehende gerade Linie, die Axe der Himmelskugel genannt, binnen 24 Stunden um uns gleichförmig herumbewegt. Denn wir sehen ja nach Ablauf von 24 Stunden dieselben Sterne

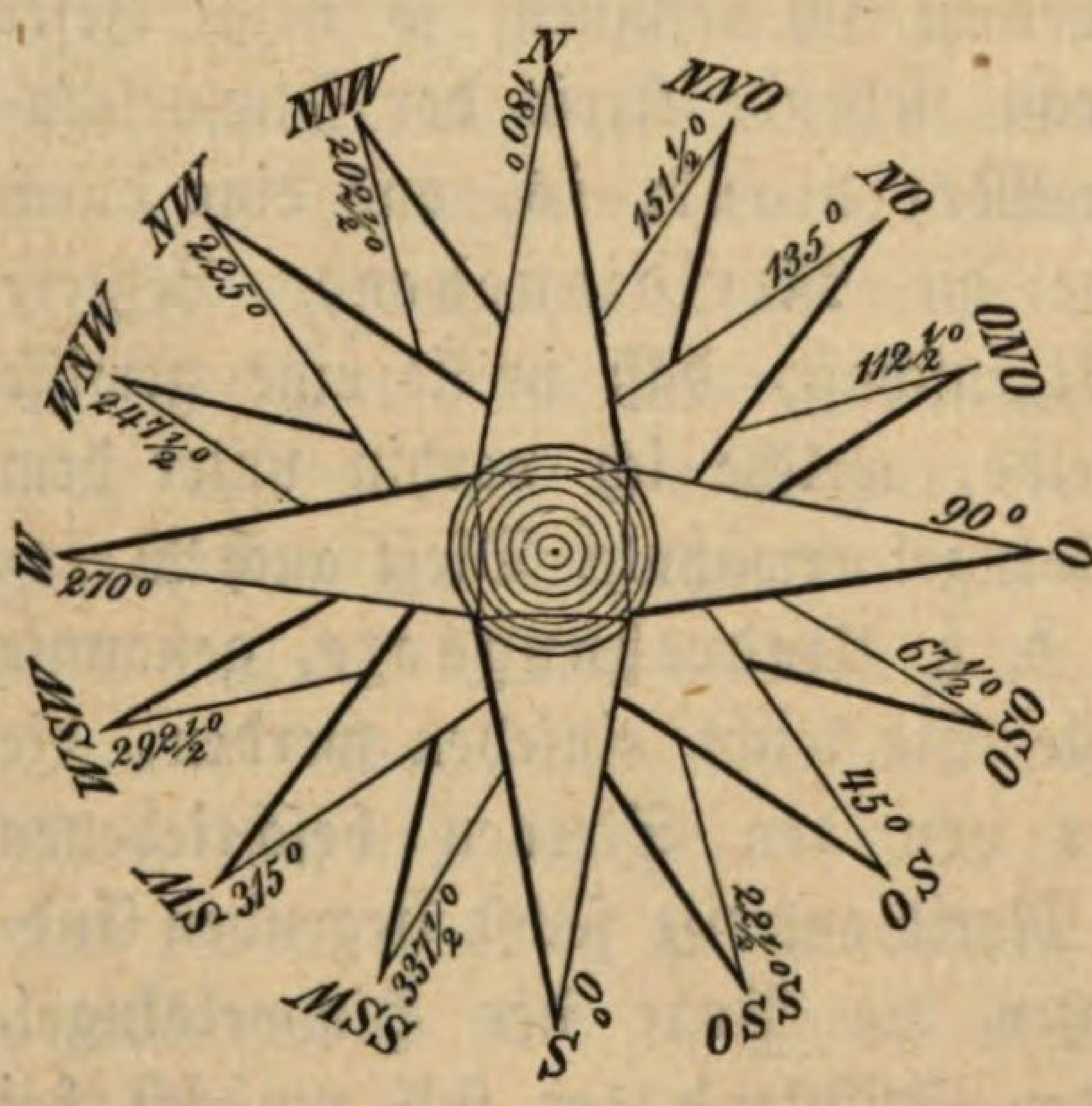
wieder in der nämlichen Himmelsgegend, z. B. im Süden, und zugleich von den Sternen in gleichen Zeiten auch gleich große Bogen oder Theile ihres Weges am Himmel beschreiben. Jetzt wird es für uns nicht schwer sein, uns mit den von den Astronomen erdachten und eingeführten Ebenen und Punkten bekannt zu machen, auf die jene die tägliche und jährliche Bewegung der Gestirne beziehen.

Denken Sie sich einmal einen Kreis, welcher den Himmel so in zwei gleiche Theile theilt, daß alle gegen den Horizont am höchsten und am tiefsten gelegenen Punkte der von den Sternen während ihrer täglichen Bewegung beschriebenen, unter sich parallelen, daher Parallelkreise genannten Kreise in denselben sich befinden, so heißt dieser auf den Horizont senkrecht stehende Kreis der Himmelskugel der Mittags- oder Meridiankreis, und eine durch ihn gelegte ebene Fläche die Meridianebene. Letztere hat die merkwürdige Eigenschaft, daß in sie eine gewisse gerade Linie fällt, dieselbe, welche ich vorhin unter dem Namen Axe der Himmelskugel erwähnte. Diese auch Weltaxe oder Rotations-, d. h. Umdrehungsaxe, genannte gerade Linie enthält, wie Sie leicht einsehen werden, die Mittelpunkte sämmtlicher von den Sternen beschriebenen Kreise. Die beiden im Meridiankreise selbst liegenden Endpunkte der Weltaxe heißen die Pole der Himmelskugel, und werden uns durch den Stillstand der sich zunächst bei ihnen befindlichen Sterne bemerklich gemacht. Uns Europäern steht aber blos der nördliche oder arktische Pol, angedeutet, wie Sie gehört, durch den Polarstern, über dem Horizonte.

Die Ebenen aller Parallelkreise stehen nun sowohl auf die Weltaxe, als auch auf die Meridianebene senkrecht. Der größte aller Parallelkreise hat einen in der Weltaxe liegenden Mittelpunkt, der zugleich der Mittelpunkt der Himmels-

kugel ist, die dieser, von den beiden Polen überall gleichweit abstehende Parallelkreis in zwei Hälften theilt, in die nördliche Halbkugel (Hemisphäre) und in die südliche Halbkugel. Er wird der Aequator oder Gleicher genannt. Wie Ihnen nun schon einleuchten wird, muß eine Hälfte des Aequators immer über, die andere Hälfte stets unter dem Horizonte sich befinden. Auf gleiche Weise theilt der Meridiankreis die Himmelskugel in die östliche und westliche Hemisphäre. In diesen vier Abtheilungen befinden sich die vier Hauptgegenden des Himmels, die Himmels- oder Weltgegenden (Cardinalpunkte). Die Durchschnittspunkte des Meridiankreises mit dem Horizonte nämlich sind Nord (N) oder Mitternacht und Süd (S) oder Mittag; die Durchschnittspunkte des Aequators mit dem Horizonte sind Ost (O) oder Morgen und West (W) oder Abend. Süd liegt nach der Gegend des Himmels, wo die Sterne ihre größte Höhe erreichen, Nord diesem Punkte gerade gegenüber; Ost liegt nach der Gegend des Himmels, wo die Gestirne aufgehen, West da, wo sie untergehen.

Fig. 2.



Sie werden leicht die Entdeckung machen können, daß der Horizont nur etwas Scheinbares ist, daß er ein anderer wird, sobald Sie Ihren Standpunkt verändern, der jedoch stets der Mittelpunkt des Horizonts bleibt, welcher letztere die Himmelskugel in zwei Theile theilt, in die

sichtbare und unsichtbare Halbkugel. Ziehen wir ferner in Gedanken von uns selbst eine senk- oder lothrechte Linie aufwärts bis an den Himmel, so trifft sie diesen in einem Punkte, der der Scheitelpunkt oder das Zenith heißt. Denken wir uns überdies diese, die Axe des Horizonts genannte gerade Linie unter uns durch die Erde hindurch bis an die unsichtbare Halbkugel des Himmels gezogen, so trifft sie diese in einem Punkte, der der Fußpunkt oder das Nadir heißt. Zenith und Nadir endlich heißen die Pole des Horizonts, die zugleich im Meridiankreise liegen, wie die Pole des Himmels.

Lassen Sie uns jetzt noch einmal zu den bereits erwähnten Himmelsgegenden zurückkehren. Verbindet man S und N durch eine gerade, in die als eben betrachtete Erdoberfläche fallende Linie, so heißt dieselbe die Mittagslinie oder der Meridian, und man begreift leicht, daß die Mittagslinie der Durchschnitt der auf den Horizont senkrecht (vertical) stehenden Meridianebene mit der Ebene des Horizonts sein muß. Denken wir uns ferner O und W durch eine gerade, wiederum auf der Erdoberfläche gezogene gerade Linie verbunden, so wird dieselbe der Durchschnitt der Ebene des durch die Pole des Horizonts und durch O und W gehenden Kreises mit der Ebene des Horizonts sein müssen. Die Astronomen nun nennen den so eben erwähnten, durch O und W gehenden Kreis den ersten Verticalkreis des Himmels. Sie unterscheiden außerdem im Horizonte noch vier andere Himmelsgegenden mitten zwischen den 4 Cardinalpunkten (s. Fig. 2.), nämlich: NO zwischen N und O; SO zwischen S und O; SW zwischen S und W; NW zwischen N und W. Weiter gehen die Astronomen nur selten. In der Nautik oder Schifffahrtskunde werden aber gewöhnlich 16, oft auch 32 oder gar 64 Himmelsgegenden unterschieden.

Ich habe Ihnen vorhin die Erscheinungen der Sterne nur so mitgetheilt, wie wir sie in unserem Deutschland oder überhaupt im mittlern Europa wahrnehmen. Aber Sie werden sich wahrscheinlich die Frage stellen, ob diese Erscheinungen auch in andern Ländern der Erde ganz dieselben bleiben. Diese Frage wird in mehr als einer Beziehung mit Nein! beantwortet werden müssen. Reisen wir in eine südlichere Gegend, z. B. nach Sicilien, so bemerken wir die Umdrehung der ganzen Sternenkugel allerdings nicht anders als bei uns, den Polarstern selbst aber und mit ihm den Nordpol des Himmels tiefer zum nördlichen Horizonte herabgerückt, wovon die natürliche Folge ist, daß die vom Nordpol nicht allzuentfernten Sterne auf- und untergehen, während sie bei uns immer über dem Horizonte verbleiben. Die Sterne dagegen, welche in Mitteldeutschland am südlichen Horizonte blos niedrig über demselben kleine Bogen am Himmel beschreiben, kommen in Sicilien weit höher herauf und sind demzufolge auch länger sichtbar. Ja, es kommen am südlichen Himmel außerdem Sterne zum Vorschein, die sich bei uns niemals zeigen. Diese Verschiedenheiten nun treten immer auffallender hervor, je länger wir unsere Reise nach Süden fortsetzen, bis wir endlich in Länder gelangen, wo der Nordpol in den Horizont selbst herabgesunken ist und die Sterne nicht mehr wie bei uns in schräger Richtung gegen den Horizont, sondern völlig senkrecht über demselben am Himmel heraufsteigen. Dort werden wir, dem Nordpole gegenüber, auch den Südpol des Himmels, im Horizonte liegend, durch die ihm nahen Sterne wahrnehmen. Diese Länder, die wir unter dem Aequator liegend nennen, bekommen folglich nach und nach sämmtliche Sterne der ganzen Himmelskugel zu sehen, indessen für uns Europäer ein gewisser Theil der südlichen Hemisphäre des Himmels, sowie dessen Südpol für immer verborgen bleibt,

d. h. niemals aufgeht. Dort verweilt jeder Stern eben so lange über, als unter dem Horizonte, d. i. 12 Stunden lang. Die Axe der Himmelskugel liegt dort gleichsam in der Ebene des Horizonts. Würden wir jedoch unsre Reise über die Aequatorialgegenden hinaus nach Süden fortsetzen, so würde dann der Polarstern verschwunden sein, der Südpol des Himmels aber sich mehr über dem Horizonte erheben, und es würden überhaupt dort die vorhin erwähnten Erscheinungen wiederkehren, nur in umgekehrter Ordnung.

Wollen wir nun auch einmal in ein nördlicheres Land, z. B. nach Lappland, reisen. Wir werden auch dort die Umdrehung der ganzen Sternkugel auf keine andere Weise als bei uns vor sich gehen, den Polarstern selbst aber höher herauf gerückt am nördlichen Himmel sehen, wovon die natürliche Folge ist, daß die Sterne, welche bei uns ziemlich niedrig am südlichen Himmel schimmern, dort verschwunden sind, also gar nicht mehr aufgehen. Ferner gehen in Lappland Sterne gar nicht mehr unter, die bei uns noch eine Zeit lang sich unter dem nördlichen Horizonte verbergen. Dort wird es uns also vorkommen, als ob die Himmelskugel sich um eine mehr, als bei uns, nach dem Zenith zugewendete Axe drehe. Könnten wir, wenn Eis und Kälte es nicht verhinderten, noch weiter nördlich unsere Reise fortsetzen, so kämen wir endlich in eine Gegend, wo der Nordpol der Himmelskugel im Zenith selbst und folglich ihre Axe senkrecht auf der Erdoberfläche stände. In dieser Gegend, die man unter dem Pole liegend nennt, gehen, wie Sie leicht errathen werden, alle Sterne weder auf noch unter; alle einmal sichtbaren Sterne laufen nämlich in Kreisen, die dem Horizont parallel sind, rings um den ganzen Himmel; dies sind die Sterne der nördlichen Halbkugel des Himmels, während die Sterne der südlichen Hemisphäre dort

für immer unter dem Horizonte verbleiben, folglich nie gesehen werden

Alle diese Wahrnehmungen können Sie, meine hochgeehrten Zuhörer, ohne jene Reisen wirklich auszuführen, sich auf Ihrer Stube verschaffen, sobald Ihnen eine künstliche Himmelskugel, bekannt unter dem Namen Himmelsglobus, zu Gebote steht. Hiervon will ich in dem nächsten Vortrage sprechen, zum Schlusse des jetzigen dagegen nur Folgendes noch bemerken. Die Erscheinungen, mit denen wir uns heute unterhalten haben, bieten also auf der ganzen Erde sich als die Folgen einer sich um uns drehenden Sternenkugel dar, nur daß sie darin verschieden sind, daß an einem Orte der Horizont Sterne verdeckt, die an einem andern Orte sichtbar werden. Auch wähnen wir, uns im Mittelpunkte dieser Sternenkugel zu befinden, wo wir auf der Erde auch sein mögen, und endlich bemerken wir, daß wir auf einer südwärts gerichteten Reise, hätten wir auch 1000 Meilen schon zurückgelegt, dennoch den südlichen Sternen um nichts näher gekommen sind.

Zweiter Vortrag.

Himmelsglobus. — Gestalt der Erde. — Gradmessungen.

Ich hatte am Schlusse meines gestrigen Vortrages Ihnen versprochen, Sie mit dem Himmelsglobus bekannt zu machen. Derselbe stellt ein Modell des gestirnten Himmels vor, jedoch mit dem Unterschiede, daß hier die Sterne und die Sternbilder auf der äußern Oberfläche der Kugel aufgetragen sind, während sie in der Wirklichkeit an der innern Fläche der Himmelskugel sich befinden. Indessen hat diese

kleine Verschiedenheit beim Gebrauche des Globus nicht viel zu bedeuten, und wenn man denselben vor einen Spiegel stellt, so sieht man in diesem die Sterne und Sternbilder in ihrer wahren Reihenfolge in Bezug auf Links und Rechts. Die Kugel selbst ist in einem messingenen Ringe, welcher den Meridiankreis vorstellt, so befestigt, daß sie sich um ihre Axe drehen läßt; die beiden Endpunkte der letztern sind der Nord- und Südpol der Himmelskugel. Der messingene Meridiankreis läßt sich — und mit ihm zugleich der Globus selbst — in zwei Einschnitten eines Gestells, das auf seiner den Globus rings umgebenden, ebenen Oberfläche den sogenannten Horizont des Globus vorstellt, nach Belieben verschieben. Ferner sind auf dem Horizonte die Gradeintheilung des Kreises, die 12 Himmelszeichen, der Kalender und die 16 Himmelsgegenden verzeichnet. An dem den Nordpol vorstellenden Stifte ist eine kleine Stundenscheibe mit Zeiger angebracht. Der Gebrauch des Himmelsglobus besteht nun nicht blos in der mechanischen Lösung mancher den gestirnten Himmel betreffenden Aufgaben, sondern auch darin, Manches zu versinnlichen und somit besser zu erläutern, als es durch bloße Zeichnungen oder Worte möglich sein würde. Wir werden später Gelegenheit erhalten, auf diesen Gegenstand zurückzukommen, jetzt aber erlauben Sie mir, Sie von den Ergebnissen zu unterhalten, zu welchen uns die Betrachtungen an verschiedenen nord- oder südwärts von einander liegenden Orten, von denen ich im vorigen Vortrage ziemlich ausführlich gesprochen, führen werden.

Jene erwähnten Betrachtungen leiten uns nämlich zu keiner nähern Kenntniß der gestirnten Himmelskugel, wohl aber zu dem Resultate, daß die Erdoberfläche in der Richtung von Norden nach Süden oder umgekehrt nicht eben, wie es uns anfänglich vorkommt, sein könne, sondern ge-

krümmt sein müsse und zwar wie eine Kugel, da z. B. der Polarstern um denselben Bogen, um welchen wir uns weiter nach Süden begeben, nach dem nördlichen Horizonte herabsinkt. Indessen werden wir veranlaßt zu fragen, ob auch in der Richtung von Osten nach Westen, oder umgekehrt, die Erdoberfläche ebenfalls gekrümmt sei oder nicht. Stehen wir am Meeresufer und sehen ein Schiff nach dem Lande zu fahren, so werden wir von ihm zuerst die Flaggen, dann die Mastkörbe, später das Segelwerk und die Mastbäume und endlich erst das Schiff selbst wahrnehmen. Diese Erscheinungen nun, welche bei einem vom Ufer absegelnden Schiffe in umgekehrter Folge sich zeigen, können, das werden wir sofort einsehen, blos auf einer gekrümmten, keineswegs auf einer ebenen Fläche sich darbieten. Ferner haben die Seereisen dargethan, daß ein jedes Schiff, entweder immer nach Osten oder stets nach Westen fahrend, endlich von der entgegengesetzten Seite her wieder in demselben Hafen, aus welchem es abgesegelt war, ankommt. Zwei Schiffe, die von demselben Orte aus, eines nach Osten, das andere nach Westen, ihre Reise antraten, entfernten sich nicht stets von einander, sondern trafen sich auf halbem Wege, während sie doch glaubten, immer in derselben Richtung auf einer Wasserebene zu segeln. Auch diese Erscheinung zeigt deutlich, daß die Erde keine durch den Horizont wirklich begrenzte kreisförmige Ebene sein kann, sondern eine von Osten nach Westen gekrümmte Gestalt haben muß. Daß endlich die Erdoberfläche auch nach jeder andern Richtung hin gekrümmt sein müsse, beweist der Umstand, daß wir überall zwar einen andern Horizont, jedoch immer einen kreisförmigen haben, und daß wir eine desto größere, stets kreisförmig bleibende Fläche der Erde überschauen können, je höher wir uns auf einem Thurme oder Berge befinden. Alle diese Erfahrungen nun, verbunden

mit unsern frühern Betrachtungen der gestirnten Himmelskugel, führen uns zu dem zweifellosen, sehr richtigen allgemeinen Schlusse, daß die Erdoberfläche allenthalben gleichförmig gekrümmt, mithin der Erdkörper eine kugelförmige Gestalt habe. Dieser wichtige Schluß wird, wie Sie in der Folge auch erfahren werden, noch durch andere Thatsachen vollkommen bestätigt.

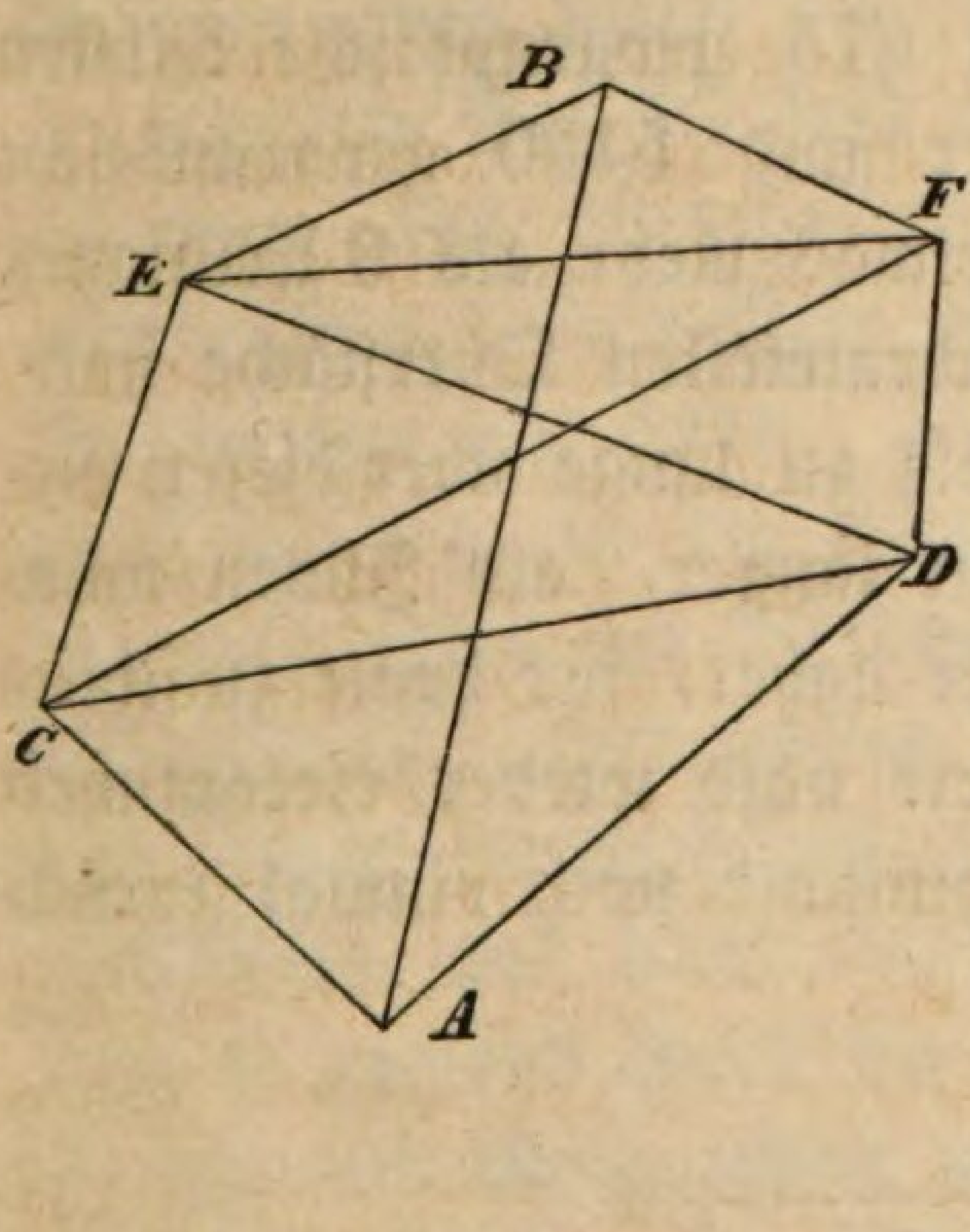
Sie werden, hochgeehrte Zuhörer, nun die Frage aufwerfen, wie groß die Erde sei und wie man diese Bestimmung anstellt? Die erste Frage könnte ich Ihnen sogleich beantworten; damit Sie aber meine Beantwortung der zweiten Frage verständlich finden, mögen Sie mir erlauben, erst einige andere Bemerkungen vorauszuschicken. Jeder beliebige Kreis wird in 360 gleich große, Grade (°) genannte Theile, jeder Grad in 60 gleich große, Minuten (′) genannte Theile und jede Minute in 60 gleich große, Secunden (″) genannte Theile getheilt. Diese Theilung des Kreises dient zur Angabe oder Messung eines Kreisbogens oder Winkels. Wenn man z. B. an der Himmelskugel irgend zwei Sterne durch einen Kreisbogen mit einander verbunden denkt, so drückt dieser Bogen die scheinbare Entfernung oder den scheinbaren Abstand beider Sterne von einander aus, und wird in Graden, Minuten und Secunden gemessen. Die scheinbare Größe oder Länge eines Grades am Himmel beträgt für unser Auge etwa eben so viel, als der doppelt genommene Durchmesser der Sonnen- oder Mondscheibe. Denken wir uns nun durch irgend einen Stern einen durch das Zenith gehenden Kreis senkrecht auf den Horizont gezogen, so heißt dieser Kreis der Höhenkreis dieses Sterns; dann ist der zwischen dem Horizonte und dem Sterne liegende Theil (Bogen) dieses Höhenkreises die Höhe des Sterns, welche vom Horizonte an bis zum Zenith von 0° bis 90° gerechnet wird. Der zwischen dem

Scheitelpunkte und dem Sterne liegende Theil des Höhenkreises heißt der Scheitel- oder Zenithabstand des Sterns und wird vom Zenith an bis zum Horizont von 0° bis 90° gerechnet. Zufolge dieser Erklärungen nun werden Sie leicht begreifen, was man unter der Polhöhe eines Ortes versteht; da nämlich, wie Sie bereits von mir erfahren, der Meridiankreis durch die Pole des Himmels und des Horizonts geht und zugleich senkrecht auf den Horizont steht, so ist er auch ein Höhenkreis für den sichtbaren Pol des Himmels, nämlich bei uns für den Nordpol. Also wird der Theil des Meridians, welcher zwischen dem Nordpole und dem Nordpunkte des Horizonts sich befindet, die Höhe des Nordpols über dem nördlichen Horizonte, d. h. die Polhöhe angeben, und dieselbe wird in Graden u. s. w. ausgedrückt, die wie jede andere Höhe vom Horizonte an bis zum Zenith von 0° bis 90° gezählt wird. Die Polhöhe eines Ortes genau zu kennen, ist, wie wir in der Folge öfters erfahren werden, für den Astronomen, Geographen, Schiffer u. s. w. äußerst wichtig. — Nunmehr kann ich Ihnen die Frage, wie sich die Größe der Erde bestimmen läßt, leicht und verständlich beantworten. Wenn Sie sich nämlich noch erinnern, daß ich Ihnen gesagt habe, der Polarstern senke sich desto mehr zum nördlichen Horizonte herab, je weiter man nach Süden zu sich begebe, so brauche ich nur noch hinzuzufügen, daß die Astronomen gefunden, daß dies immer um gleich große Bogen geschieht. Ist man nämlich z. B. von A bis B um 1° südwärts gereist, so ist dann auch der Polarstern um 1° tiefer zum Horizonte herabgekommen, oder die Polhöhen der Orte A und B sind um einen Grad verschieden. Dieser Umstand nun giebt das einfache Mittel ab, die Größe der Erde zu bestimmen. Indem man nämlich die Entfernung des Ortes B vom Orte A nach irgend einem bekannten Längenmaaße mißt, z. B. nach Fußen

oder Ruthen, so findet sich dann der Umfang der als eine Kugel betrachteten Erde, wenn man sagt: 1° giebt so viel Fuß oder Ruthen, was geben 360°? d. h. wir haben offenbar nur nöthig, die in Fußen oder Ruthen gefundene Länge eines Grades 360 mal zu nehmen, um den Umfang der Erdkugel, hieraus aber dann nach den Regeln der Geometrie den Durchmesser und körperlichen Inhalt der Erde zu finden.

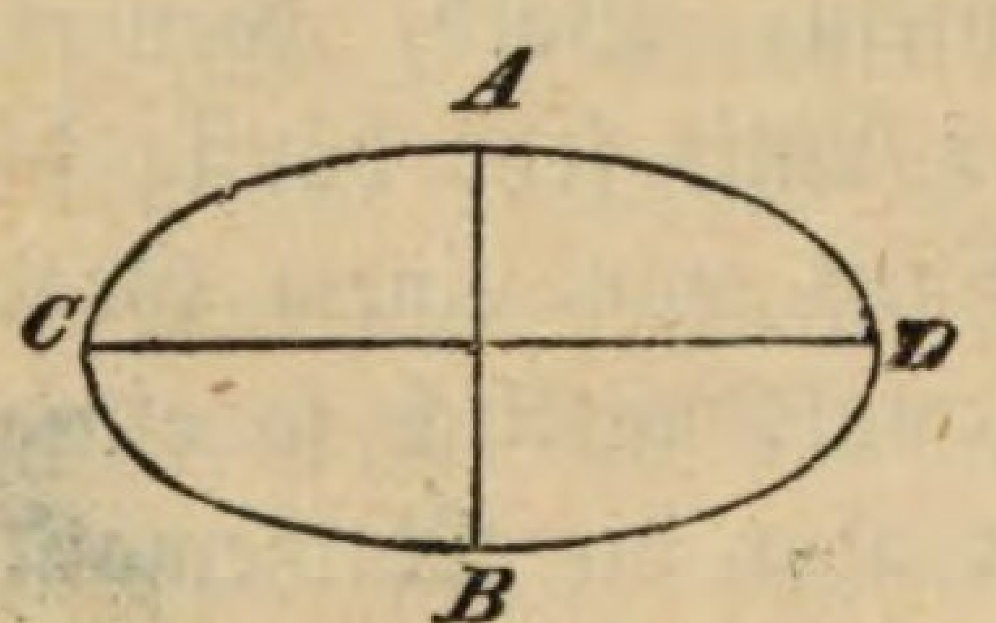
Indessen wissen Sie, hochverehrte Zuhörer, selbst schon, daß man nicht im Stande ist, auf der Erde eine auch nur mäßige Strecke in völlig gerader Richtung zu messen, da Berg und Thal mit einander wechseln, Wald, Gewässer u. s. w. das Fortschreiten in gerader Linie sehr häufig hindern. Es kann folglich jene Messung von einem Grade, von der wir so eben gesprochen, niemals wirklich so einfach ausgeführt werden. Es haben nun aber die Mathematiker und Astronomen eine andere Messungsweise ersonnen, um die Länge eines Grades des Erdumfanges zu finden. Sie legen nämlich in der Richtung von A nach B Dreiecke, z. B. ACD, CDE, CDF, ECF, DEF und BEF, an, und zwar so, daß entweder in dem an A oder in dem an B liegenden Dreiecke eine Seite sich unmittelbar, z. B. in Fußen messen läßt. Alsdann sind die Mathematiker im Stande, nicht blos sämmtliche Dreiecksseiten, sondern auch aus diesen ihrer Größe und Lage nach berechneten Dreiecken die gesuchte Länge von AB selbst auf's Genaueste zu bestimmen, vorausgesetzt, daß alle Winkel in den

Fig. 3.



gewählten Dreiecken möglichst scharf mit einem Winkelmesser gemessen worden sind. Man nennt nun eine solche Messung eine **Gradmessung**. Gradmessungen werden aber wo möglich auf mehr als einen Grad Polhöhenunterschied ausgeführt, um größere Genauigkeit zu erzielen. Man hat schon seit ein paar hundert Jahren dergleichen Vermessungen in verschiedenen Gegenden der Erdoberfläche angestellt, und ist dabei zu dem wichtigen Ergebniß gelangt, daß die Erde keineswegs genau kugelförmig gestaltet, sondern eine in ihren beiden Polen A und B etwas eingedrückte, **abgeplattete** Kugel sei, so daß sie zwei verschiedene Durchmesser, eine große Axe CD und eine **kleine** Axe AB hat. Der durch die große Axe CD dividirte Unterschied dieser beiden Axen wird die **Abplattung** der Erde genannt und beträgt nach Bessel $1/_{299}$ bis $1/_{300}$ Es ist mithin bei dem Erdkörper die Abweichung von der Kugelgestalt nur unbedeutend; in den meisten Fällen betrachtet man die Erde als eine Kugel, die 1700 geographische Meilen (15 geographische Meilen gehen auf 1°) zum Durchmesser und 5400 geographische Meilen zum Umfange, folglich etwas mehr als 9 Millionen 260 Tausend geographische Quadratmeilen Oberfläche hat.

Fig. 4.



Doch ich muß befürchten, Sie zu lange über diesen Gegenstand zu unterhalten, vielleicht länger, als Ihnen wünschenswerth ist. Ich erlaube mir daher, für heute zu schließen mit der Bemerkung, daß wir bald wieder Gelegenheit erhalten werden, auf diesen Gegenstand noch einmal zurückzukommen.

Dritter Vortrag.

Geographische Breite und Länge. — Erdglobus. — Land- und Seecharten.

Sie haben durch meinen letzten Vortrag erfahren, was die Astronomen unter der Polhöhe eines Ortes verstehen, und daß die Erde ein kugelförmiger, an seinen beiden Polen etwas abgeplatteter Körper ist, zugleich aber auch, daß, wenn nicht die größte Schärfe gefordert wird, ein Fall, der auch uns genügen wird, der Erdkörper dennoch als eine vollkommene Kugel angenommen werden könne. Bei dieser Annahme dürfen Sie, hochgeehrte Zuhörer, nicht etwa glauben, daß die großen Unebenheiten auf der Erde, nämlich die Gebirge, Thäler und Abgründe, der regelmäßigen Kugelgestalt Abbruch thäten. Nein, durchaus nicht! Denn vergleichen Sie nur selbst einmal die Höhen der größten Berge mit dem Durchmesser der Erde, und Sie werden dann finden, daß diese Erhöhungen gegen die ganze Erde eben so verschwinden, wie die Dicke eines Papierstückchens, das auf einer Kugel von 12 Zoll Durchmesser liegt.

Denken Sie sich jetzt auf der Erdoberfläche einen Kreis gezogen, der allenthalben gleichweit, d. h. um 90° von jedem ihrer beiden Pole absteht, so heißt dieser Kreis der Aequator der Erde. Derselbe theilt die Erdoberfläche in zwei Hälften, in die nördliche und südliche Halbkugel; in jener bildet der Nordpol und in dieser der Südpol den Mittelpunkt. Wir wollen dann irgend einen Ort A in einer der beiden Hemisphären, z. B. auf der nördlichen Halbkugel annehmen, und dann einen Kreis durch A so gelegt denken, daß er zugleich durch die beiden Erdpole gehet. Die Astronomen und Geographen nennen alsdann diesen Kreis, von welchem sie beweisen, daß er den Aequator rechtwinklig

durchschneidet, den Meridian- oder Mittagskreis des Ortes A, und das Stück dieses Meridiankreises, welches zwischen A und dem Aequator sich befindet, d. h. also der die kürzeste Entfernung des Ortes A vom Aequator angebende Bogen die geographische Breite von A—. Dieselbe ist offenbar nördlich, wenn A in der nördlichen, südlich, sobald A in der südlichen Hemisphäre der Erde liegt. Die geographische Breite wird vom Aequator an bis zum nächsten Pole von 0° bis 90° gezählt, so daß also ein im Aequator selbst befindlicher Ort 0°, dagegen jeder Pol selbst 90° Breite hat. Zieht man durch den Ort A einen Kreis auf der Erdoberfläche parallel mit dem Aequator, so heißt dieser auch der Parallelkreis von A genannte Kreis der Breitenkreis des Ortes A, der offenbar desto kleiner sein sein muß, je näher A dem Pole liegt, d. h. je größer die geographische Breite von A ist. Jeder Punkt der Erdoberfläche hat seinen Meridian- und Breitenkreis.

Wir wollen nun annehmen, der Meridiankreis von A sei ein für alle Mal bekannt und als sogenannter Erster Meridian angenommen. Sei ferner ein zweiter Ort B, so hat auch dieser seinen Meridiankreis, der mit dem ersten Meridian an den Polen einen Winkel bilden wird, welcher eben so groß ist, als das Stück oder der Bogen des Aequators, welcher zwischen dem Ersten Meridian und dem Meridiankreise von B liegt. Jenen Winkel am Pole nun oder den ihm gleich großen Bogen des Aequators nennt man in der mathematischen Geographie die geographische Länge des Ortes B. Diese Länge wird stets vom Ersten Meridiane aus entweder nach Osten von 0° bis 360° in einem fort, oder theils nach Osten von 0° bis 180° und theils nach Westen von 0° bis 180° gezählt. Im erstern Falle redet man blos von östlichen Längen von 0° bis 360°, im zweiten Falle dagegen theils von östlichen, theils von

westlichen Längen, die aber beide höchstens 180° groß werden können.

Sie werden nun aber fragen, durch welchen Ort der Erde der Erste Meridian gelegt wird. Dies ist an sich ganz willkürlich, doch werden schon seit langer Zeit die beiden Sternwarten von Greenwich und Paris, als die berühmtesten von allen, als Anfangspunkte für die geographischen Längen, folglich ihre Meridiankreise als Erste Meridiane von allen Astronomen angenommen. Indessen zählen die Geographen die Länge auf den Landcharten jetzt gewöhnlich so, daß sie der Pariser Sternwarte volle 20 Grad östliche Länge beilegen, und mithin zum Ersten Meridiane denjenigen Mittagskreis annehmen, der volle 20 Grad westlich von der Pariser Sternwarte liegt. Dieser geht dicht an der Insel Ferro im atlantischen Oceane vorüber, und es werden also die geographischen Längen von Ferro an gerechnet

Es wird Ihnen jetzt einleuchtend sein, daß alle in demselben Parallelkreise liegenden Orte dieselbe geographische Breite, und alle in dem nämlichen Meridiankreise befindlichen Orte die nämliche geographische Länge haben müssen, und daß daher die Angabe der Länge und Breite eines Ortes dessen Lage auf der Erdoberfläche vollständig bestimmt; Länge und Breite eines Ortes heißen gemeinschaftlich dessen geographische Lage. Ferner werden Sie leicht einsehen, daß, sobald Sie sich noch dessen erinnern, was ich Ihnen in meinem ersten Vortrage über die Erscheinungen mitgetheilt habe, die sich uns auf Reisen nach Süden und nach Norden darbieten, und dies mit dem verbinden, was ich in meinem zweiten Vortrage über die Polhöhe erwähnt habe, die geographische Breite eines Ortes gleich der Polhöhe dieses Ortes sein muß. Denn an einem im Erdäquator liegenden Orte ist die Breite 0° und der Pol des Himmels liegt im Horizonte, also ist die Polhöhe ebenfalls 0°; der

Nordpol der Erde hat 90° Breite und der Nordpol des Himmels steht im Zenith, also ist die Polhöhe ebenfalls 90°.

Wenn Sie den Begriff der Ortsbestimmung einmal richtig aufgefaßt haben, so werden Sie auch ohne Weiteres einsehen, daß alle Breitengrade gleich groß sein müssen, dagegen die Längengrade desto kleiner werden, je weiter ein Parallelkreis vom Aequator absteht, d. h. je größer die Breite wird; daß ferner zwei unter gleicher Breite liegende Orte sehr verschiedene Entfernungen von einander haben können, denn nahe am Pole ist ein Bogen (Theil) z. B. von 10° eines Parallelkreises offenbar weit kleiner, als ein Bogen (Theil) von 10° eines Parallelkreises nahe am Aequator. Mithin braucht man in höhern Breiten, d. h. näher am Pole, nur einen geringern Weg von Westen nach Osten zurückzulegen, damit die Länge sich um 1° ändere, als im Aequator, wo eine Reise von 15 Meilen zu dieser Aenderung erfordert wird.

Es ist klar, daß, wenn die Sonne im Osten aufgehet, dies in denen von uns aus östlicher gelegenen Ländern eher geschehen muß, als bei uns, daß also auch in jenen Ländern eher Mittag 12 Uhr eintreten muß, als bei uns, folglich auch in den von uns aus westlicher gelegenen Ländern die Sonne später, als bei uns aufgehen und dort Mittag 12 Uhr ebenfalls später eintreten muß. Genau dasselbe Verhältniß wird auch in Bezug auf alle übrigen Tages- und Nachtzeiten stattfinden. Es wird daher für alle Orte von größerer östlicher Länge die Sonne eher culminiren, d. h. in den Mittagskreis eintreten, als an allen Orten von kleinerer östlicher Länge; die Astronomen haben überdies gefunden, daß dieser Unterschied, der deshalb Mittags- oder Meridianunterschied genannt wird, für zwei Orte A und B gerade 1 Stunde beträgt, wenn der Längenunterschied von A und B 15° ist. Ist mithin die Länge von B um

90° östlicher oder westlicher als die Länge von A, so ist es in B schon um 6 Uhr Abends oder erst um 6 Uhr Morgens, wenn A Mittag 12 Uhr hat. Hieraus erhellet nun, daß man die geographischen Längen und deren Unterschiede statt in Graden, auch in Zeit ausdrücken oder messen kann, indem 15° auf 1, 90° auf 6, 180° auf 12, 270° auf 18 und 360° auf 24 Stunden gehen. Uebrigens ersehen Sie, geehrteste Zuhörer, hieraus, daß auf der Erde zu gleicher Zeit jede Tages- und Nachtzeit stattfinden wird. Gern würde ich Sie nun auch, nachdem ich nochmals daran erinnert, daß ich bisher die Erde stets als eine vollkommene Kugel angenommen, noch von den verschiedenen Mitteln unterhalten, welche die Astronomen anzuwenden pflegen, um die geographische Lage eines Ortes zu bestimmen, müßte ich nicht befürchten, einestheils zu weitläufig und anderntheils etwas unverständlich in meinem Vortrage zu werden, da Sie jetzt nicht Gelegenheit haben, aus eigener Anschauung der zur Bestimmung der geographischen Breite und Länge dienenden Instrumente dieselben hinsichtlich ihrer Construction und Anwendung genugsam kennen zu lernen, welche praktische Kenntniß hierbei doch eigentlich die Hauptsache ist. Doch werden wir dann und wann Gelegenheit haben, hierauf zurück zu kommen.

Dafür werde ich versuchen, Ihnen denjenigen Apparat im Allgemeinen zu erklären, der, ein Modell der Erde vorstellend, der Erdglobus (künstliche Erdkugel) genannt wird. Derselbe hat die nämliche Einrichtung und Aufstellung wie der Himmelsglobus, natürlich nur mit dem Unterschiede, daß auf dem Erdglobus statt der Sterne und Sternbilder die 5 Erdtheile, die einzelnen Länder und Hauptorte, ferner die Meere, die wichtigsten Landseen und Ströme, endlich alle Inseln, sowie die Hauptgebirge u. s. w. verzeichnet sind. Ich muß hier die wichtige Bemerkung einschalten, daß

blos auf dem Erdglobus, d. h. also auf einer Kugeloberfläche sämmtliche erwähnte Verzeichnungen in ihren richtigen Verhältnissen bewerkstelligt werden können und dargestellt sind, während die unter dem Namen Land- und Seecharten allbekannten Abbildungen in einer Ebene, d. h. auf dem Papiere, nur mehr oder weniger genau sein können, indem es ja nicht möglich ist, eine Kugeloberfläche in eine ebene Fläche auszubreiten.

Auf dem Erdglobus finden sich noch der Aequator, die Parallelkreise von 10° zu 10°, die Mittagskreise von 15° zu 15° oder von 30° zu 30°, ferner wegen Angabe der verschiedenen Zonen die sogenannten Wendekreise des Krebses und des Steinbocks, und endlich die beiden sogenannten Polarkreise verzeichnet.

Die künstliche Erdkugel nun dient, gleich dem Himmelsglobus, mannigfaltige die Erde betreffende Fragen auf eine leicht mechanische und sehr anschauliche Weise zu beantworten.

Alles, was ich Ihnen heute und in meinem letzten Vortrage mitzutheilen und zu erklären versucht habe, ist der Inbegriff der wichtigsten Betrachtungen, welche die Größe und Gestalt der Erde, sowie die Zeit auf derselben im Allgemeinen, betreffen. Somit schließe ich denn und werde Sie nun in meinem nächsten Vortrage von der eigenen Bewegung des Mondes und der Sonne und von deren Folgen unterhalten.

Vierter Vortrag.

Eigene Bewegung des Mondes und der Sonne. — Thierkreis. — Tages- und Nachtlängen. — Jahreszeiten. — Zonen.

Meine hochgeehrten Zuhörer wollen heute mit mir wieder zur Betrachtung des Himmels zurückkehren

Wir waren bei der aufmerksamen Betrachtung der gestirnten Himmelskugel zu der Kenntniß von der Unveränderlichkeit der gegenseitigen Stellungen der Sterne und ihrer Abstände von einander gelangt. Wir mußten uns daher anfangs wohl wundern, daß, obschon der Mond der allen Sternen gemeinschaftlichen täglichen Bewegung folgt, d. h. mit ihnen auf- und untergehet, er dennoch jeden Abend bei andern Sternen in der Weise gesehen wird, daß die Sterne, bei denen heute Abend der Mond sich zeigt, ziemlich weit östlicher, etwa 13°, von denjenigen Sternen entfernt sind, bei welchen der Mond gestern Abend stand, und daß er morgen Abend wiederum um so viel östlicher, als heute stehen wird. Verfolgen wir so den Lauf des Mondes von Tag zu Tag, so werden wir leicht entdecken, daß dieser Himmelskörper ungefähr binnen 4 Wochen nahe zu demselben Sterne zurückkommt, also einen ganzen Umlauf um den Himmel vollendet, um dann diesen Kreislauf abermals auszuführen. Der Mond kann daher, nicht wie es bei den Sternen scheint, an der Himmelskugel befestigt sein, sondern muß freischwebend sich und zwar vor den Sternen fortbewegen, da er an diese kommend oft größere derselben bedeckt, woraus man mit Recht schließen kann, daß der Mond uns näher als die Sterne ist. Wir können nun diesen sonderbaren Lauf des Mondes nicht anders erklären, als durch die Annahme, daß während dieser Körper wie die Sterne täglich aufgehet, am Himmel sich fortbewegt und dann untergehet, er zugleich allmälig hinter den übrigen Sternen

gleichsam zurückbleibt, oder daß, wie die Astronomen sich kurz ausdrücken, der Mond eine eigene Bewegung von Westen nach Osten habe. Kaum brauche ich übrigens, da dies Ihnen schon längst bekannt sein wird, wohl näher zu erwähnen, daß der Mond an verschiedenen Tagen und verschiedenen Jahreszeiten um die Zeit, wo er am südlichen Himmel wahrgenommen wird, in sehr ungleicher Höhe über dem Horizonte steht, mithin sehr ungleich weit vom Aequator des Himmels absteht. Daher kommt es denn auch, daß man den Mond oft einen sehr hohen und weiten Bogen am Himmel, oft einen nur niedrigen und kleinen Bogen am südlichen Horizonte beschreiben sieht.

Auch die Sonne hat eine ähnliche eigene Bewegung; nur dauert der ganze Verlauf derselben 13 mal länger als beim Monde. Denn bei diesem können wir dies schon binnen vier Wochen, bei der Sonne aber erst binnen einem Jahre vollständig wahrnehmen. Denn wir alle wissen ja von Kindheit auf, daß die Sonne im Sommer des Mittags ungemein hoch am Himmel steht, die Schatten aller Gegenstände mithin nur kurz sind und die Sonnenstrahlen fast senkrecht auf die Erde fallen, so daß wir durch deren Einwirkung bei der langen Anwesenheit der Sonne über dem Horizonte heiße Tage haben. Wir wissen ferner, daß dagegen im Winter die Sonne des Mittags nur sehr niedrig am Himmel steht, die Schatten aller Gegenstände mithin ungewöhnlich lang sind und die Sonnenstrahlen nur sehr schräg auf die Erde fallen, so daß wir, zumal überdies die Sonne nur kurze Zeit über dem Horizonte steht, kalte Tage haben. Die Sonnenstrahlen vermögen dann, kaum die Dünste des Horizonts durchdringend, den Schnee nicht zu schmelzen. Zu Anfange des Frühlings und Herbstes endlich culminirt die Sonne in einer weder zu großen noch zu kleinen Höhe, die Tage und Nächte sind sich ziemlich

gleich, und es ist weder zu warm noch zu kalt. Die Sonne steht daher ebenfalls, wie der Mond, bald nordwärts bald südwärts vom Aequator, und wir gelangen nun leicht zu der Erkenntniß, daß auch die Sonne eine eigene Bewegung von Westen nach Osten haben muß. Zwar kann man dieses Fortrücken der Sonne nicht so unmittelbar, wie beim Monde, wahrnehmen, weil der heftige Glanz der Sonne die sehr nahe bei ihm stehenden Sterne gleichsam auslöscht, also wahrzunehmen verhindert; dennoch bemerkte man schon im Alterthume das Fortrücken der Sonne unter den Sternen an denjenigen Sternen, welche sich kurz nach Sonnenuntergang am Abendhimmel zeigen. Diese letztern Sterne nämlich, welche offenbar in der Nähe der Sonne und zwar östlich von derselben sich befinden, werden nach einigen Tagen des Abends immer schwieriger wahrzunehmen sein, bis man sie endlich gar nicht mehr erblickt. Aber ungefähr nach 4 Wochen und etlichen Tagen werden dieselben Sterne sich des Morgens kurz vor Sonnenaufgang am Morgenhimmel zeigen, sie stehen also zwar noch in der Nähe der Sonne, aber jetzt offenbar westlich von derselben, und werden in den folgenden Tagen des Morgens auf immer längere Zeit vor Sonnenaufgang allmälig besser wahrgenommen. Diese Erscheinungen nun lassen sich, wie Sie leicht selbst darauf kommen werden, nicht natürlicher als durch die einfache Annahme eines Fortrückens der Sonne unter den Sternen in der Richtung von Westen nach Osten vollständig erklären; die Beobachtungen zeigen, daß diese eigene Bewegung der Sonne täglich beinahe einen ganzen Grad beträgt, so daß die Sonne binnen 365 Tagen, d. h. während eines Jahres ihren ganzen Umlauf um den Himmel vollendet. Hiernach können wir uns nun leicht erklären, warum sich nicht zu jeder Jahreszeit in derselben Abendstunde die nämlichen Sterne am südlichen Himmel zeigen. Am Anfange des

Frühjahrs culminiren um Mitternacht die Jungfrau, zu Johannis der Schütze, am Anfange des Herbstes der Wassermann und gegen Weihnachten die Zwillinge.

Indessen würden uns diese Beobachtungen der Sonne den Weg derselben unter den Sternen nur höchst beiläufig finden lassen; beobachten wir aber alle Tage mittels eines Höhenmessers die Mittagshöhe der Sonne in Graden u. s w., so erfahren wir, wenn wir die Polhöhe unseres Beobachtungsortes kennen, sehr leicht, wie viel Grade u. s. w. täglich die Sonne im Sommerhalbjahre vom Aequator nordwärts und wie vie Grade u. s. w. täglich sie im Winterhalbjahre vom Aequator südwärts sich befindet; und bestimmen wir zugleich an einer Uhr die Zeit, welche täglich zwischen den Culminationen der Sonne und eines bekannten Sterns verfließt, — so erfahren wir offenbar den Punkt des Himmels, den die Sonne heute, morgen, übermorgen u. s. f. einnimmt. Tragen wir nun diese Punkte ihrer Lage nach in einer Himmelscharte ein und verbinden diese sämmtlichen Punkte mit einander durch eine Linie, so erhalten wir den jährlichen Weg der Sonne am Himmel, durch den wir sofort erkennen, bei welchen Sternen die Sonne in einem Jahre vorbeigeht. Es zeigt sich dann, daß diese gewöhnlich die E k l i p t i k genannte Sonnenbahn ein gegen den Aequator des Himmels um 23° 27′ geneigter Kreis ist, der sich durch die Sternbilder Widder, Stier, Zwillinge, Krebs, Löwe, Jungfrau, Waage, Skorpion, Schütze, Steinbock, Wassermann und Fische, welche 12 Sternbilder den T h i e r k r e i s oder Z o d i a k u s bilden, hindurchzieht. In den Fischen und in der Jungfrau durchschneiden sich die Ekliptik und der Aequator so in zwei, die N a c h t g l e i c h e n - P u n k t e genannten Punkte, daß durch diese sowohl die Ekliptik, als auch der Aequator in zwei gleiche Hälften getheilt wird.

Sie werden sich nun beinahe ohne alle Schwierigkeiten

die Erscheinungen der Sonne in den verschiedenen Jahreszeiten und in verschiedenen Gegenden der Erdoberfläche aus dem täglichen Fortrücken der Sonne in der Ekliptik erklären können, indem sie offenbar ein halbes Jahr hindurch nördlich, das andere halbe Jahr hindurch südlich vom Aequator absteht. Am 21. März und 23. September, wo die Sonne sich im Aequator selbst befindet, bleibt sie auf der ganzen Erde gleich lange über und unter dem Horizonte, so daß überall Tag und Nacht einander gleich sind. Deshalb werden auch jene zwei Durchschnittspunkte der Ekliptik mit dem Aequator Aequinoctial- oder Nachtgleichen-Punkte genannt. Die Sonne nimmt am 21. März das Frühlingsäquinoctium und am 23. September das Herbstäquinoctium ein. Dagegen sind die Sonnen-Stillstandspunkte oder Solstitien diejenigen beiden Punkte der Ekliptik, die am weitesten nord- und südwärts vom Aequator abstehen und mitten zwischen den Punkten der Nachtgleichen sich befinden. Das Sommersolstitium, wohin die Sonne am 21. Juni gelangt, ist im nördlichen Theile der Ekliptik, und das Wintersolstitium, wohin die Sonne am 21. December gelangt, ist im südlichen Theile der Ekliptik. Ferner beginnt der Frühling am 21. März mit dem Eintritte der Sonne in das Frühlingsäquinoctium; Tag und Nacht sind dann gleich lang. Der Sommer fängt am 21. Juni mit dem Eintritte der Sonne in das Sommersolstitium, folglich mit dem längsten Tage und der kürzesten Nacht an; die Mittagshöhe der Sonne ist jetzt am größten. Der Herbst beginnt am 23. September mit dem Eintritte der Sonne in das Herbstäquinoctium; Tag und Nacht sind dann zum zweiten Male im Jahre gleich lang. Endlich fängt der Winter am 21. December mit dem Eintritte der Sonne in das Wintersolstitium, folglich mit dem kürzesten Tage und der längsten Nacht an; die Mittagshöhe

der Sonne ist jetzt am kleinsten. Für die südliche Halbkugel folgt sich dies Alles in umgekehrter Ordnung.

In den im Aequator der Erde gelegenen Ländern steht, wie Sie ebenfalls leicht schließen werden, die Mittagssonne im Zenith, zur Zeit unsers längsten Tages aber 23° 27′ nördlich und zur Zeit unsers kürzesten Tages 23° 27′ südlich vom Zenith ab. Uebrigens müssen in jenen Gegenden Tag und Nacht das ganze Jahr hindurch gleich lang sein, nämlich 12 Stunden dauern; denn Sie werden sich wohl noch erinnern, daß ich schon im Laufe meines ersten Vortrags erwähnt habe, daß die unter dem Aequator des Himmels liegenden Länder immer jeden Stern eben so lange über, als unter dem Horizonte verweilen sehen.

Ganz anders gestaltet es sich an jedem der beiden Erdpole. Am Nordpole z. B. erscheint am 21. März die Sonne über dem Horizonte, steigt täglich etwas höher, erreicht am 21. Juni die größte Mittagshöhe von nur 23° 27′, sinkt nachher täglich etwas niedriger, bis sie, nachdem sie ein halbes Jahr über dem Horizonte geblieben, den 23. September wieder untergeht, um bis zum 21. März des nächsten Jahres unsichtbar zu bleiben. Der Nordpol hat folglich nur einen Tag und nur eine Nacht; Tag ist es im Sommer- und Nacht im Winterhalbjahre. Eben so, jedoch in umgekehrter Reihenfolge, findet dies Alles am Südpole der Erde statt.

Sie werden nun, meine Zuhörer, hiernach auch leicht einsehen, daß die Zu- und Abnahme der Tage und Nächte in desto stärkerem Verhältniß stattfinden wird, je weiter man sich vom Aequator entfernt und den Polen nähert. Ferner werden Sie leicht den Grund finden, weshalb man die Erdoberfläche in fünf Zonen eingetheilt hat: in eine heiße, zwei gemäßigte und zwei kalte Zonen. Die heiße Zone wird von zwei Parallelkreisen begrenzt, die vom Aequator 23° 27′ nord- und südwärts abstehen; die nördliche ge-

mäßigte Zone wird von der nördlichen Grenze der heißen Zone und dem um 23° 27′ vom Nordpole abstehenden Polarkreise, die südliche gemäßigte von der südlichen Grenze der heißen Zone und dem um 23° 27′ vom Südpole abstehenden Polarkreise begrenzt. Die nördliche kalte Zone endlich wird vom nördlichen und die südliche kalte Zone vom südlichen Polarkreise eingeschlossen. Die Sonne geht überall in der heißen Zone zweimal des Jahres durch das Zenith. Die in der nördlichen Grenze der heißen Zone gelegenen Gegenden sehen die Mittagssonne nur einmal des Jahres im Zenith, nämlich am 21. Juni, die in der südlichen Grenze der heißen Zone befindlichen Orte ebenfalls blos einmal, nämlich am 21. December. Aber nirgends in den gemäßigten und kalten Zonen kommt die Sonne des Mittags in den Scheitelpunkt. Auf dem nördlichen Polarkreise fängt die Sonne am 21. Juni an, länger als 24 Stunden über dem Horizonte zu bleiben; dagegen beginnt sie am 21. December länger als 24 Stunden unter dem Horizonte zu verweilen. Die Längen der Tage und Nächte werden mit Annäherung zum Nordpole immer bedeutender; sie wachsen von mehrern Tagen bis zu einem Monate und endlich von 1 bis zu 6 Monaten an. Ganz eben so geschieht es innerhalb des südlichen Polarkreises, jedoch hier offenbar in umgekehrter Weise.

Doch hier länger bei diesem obschon höchst interessanten Gegenstande, der mehr in die Geographie als in die Astronomie gehört, zu verweilen, würde Sie wahrscheinlich ermüden, mich aber zu weit von der Sternkunde ablenken.

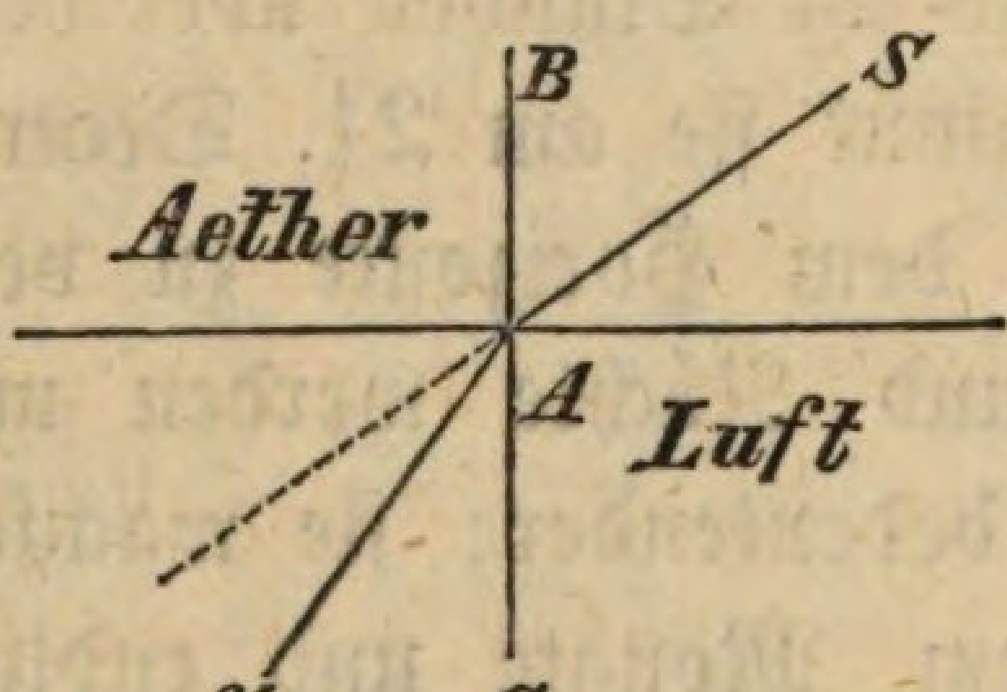
Fünfter Vortrag.

Refraction. — Dämmerung. — Barometer. — Höhe der Atmosphäre.

Heute habe ich die Absicht, Ihnen zu zeigen, daß und wie die Atmosphäre uns die Gestirne höher, als sie wirklich stehen, wahrnehmen läßt, und daß zweitens die Atmosphäre in verschiedenen Höhen eine ungleiche Dichtigkeit und Schwere besitzt. Auch werde ich Ihnen die wichtigsten Folgen hiervon mittheilen.

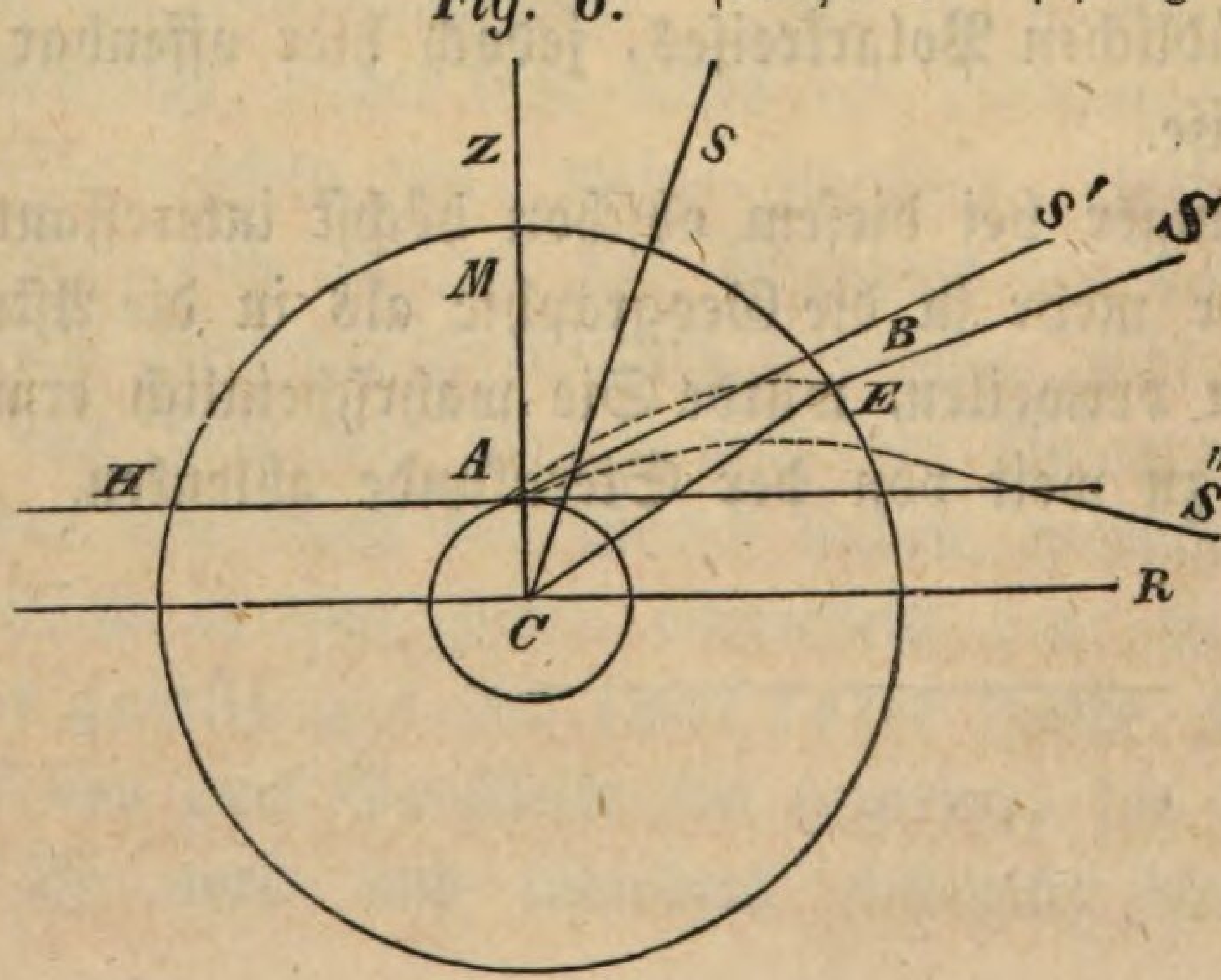
Die Luft lenkt einen schief auffallenden Lichtstrahl, z. B. SA (Fig. 5.), von seiner Richtung ab, d. h. sie bricht ihn, so daß SA, aus dem dünnen Aether kommend, sich der im Auffallspunkte senkrecht gezogenen Geraden BAC in der Richtung Ay desto mehr nähert, je dichter die Luft ist.

Fig. 5.



Es sei nun C (Fig. 6.) der Mittelpunkt der von der Atmosphäre umgebenen Erde, in A stehe ein Beobachter und sein Scheitelpunkt sei Z. Vom Sterne 𝔖 falle ein Lichtstrahl 𝔖B schräg auf die Atmosphäre. Beim Eintritte in dieselbe, d. i. in B wird 𝔖B nach BC zu gebrochen. Da die Dichtigkeit der Luft nach der Erdoberfläche zu stetig zunimmt, so

Fig. 6.



Atmosphäre.

ändert sich auch die Richtung des gebrochenen Strahls beständig, und der Strahl selbst wird also von B an bis zu dem Beobachter in A eine krumme Linie bilden. Dann aber sieht der Beobachter in A den Stern nicht mehr an seinem wahren Orte S, sondern mehr nach dem Scheitelpunkte Z zu im Punkte S, der dann der scheinbare Ort des Sterns genannt wird. Diese Wirkung unserer Atmosphäre heißt die astronomische Strahlenbrechung oder Refraction; sie ist aber für verschiedene Höhen über dem Horizonte verschieden. Im Zenith Z erleidet nämlich ein Stern keine Refraction, und er wird folglich in seiner wahren Höhe erblickt; aber die Refraction nimmt mit Abnahme der Höhe des Sterns zu, d. h. sie wird desto größer, je näher der Stern dem Horizonte HR stehet, und desto bedeutender wird der Unterschied zwischen der wahren und scheinbaren Höhe des Sterns. Dieser Unterschied beträgt im Horizonte selbst, wo die stärkste Strahlenbrechung stattfindet, fast 35 Minuten. Die Refraction verursacht auch, daß ein noch unter dem Horizonte HR stehendes Gestirn S'', welches mithin vom Beobachter in A nicht bemerkt werden könnte, dennoch als über dem Horizonte stehend wahrgenommen wird. Es wird nämlich der bei E in die Atmosphäre eintretende von S'' kommende Lichtstrahl S''E bei seinem Durchgange durch die Luft offenbar einen krummen Weg bis A bilden; folglich wird man von A aus in der Richtung AS' das Gestirn S'' in S' erblicken, so daß S' der scheinbare Ort von S'' ist. Daher sieht man denn z. B. die Sonne eher auf- und später untergehen, als es wirklich der Fall ist. Hieraus entsteht nun aber, wie Sie leicht ermessen werden, eine Verlängerung des eigentlichen Tages, die unter den geographischen Breiten Frankreichs, Deutschlands u. s. f. ungefähr 8 Zeitminuten austrägt. Diese Tagesverlängerung wächst mit der Zunahme der geographischen Breite immer mehr; in

den Polargegenden beträgt dies schon einige Tage und an den Polen selbst sogar ein paar Wochen. Uebrigens ist eine scharfe Kenntniß der astronomischen Refraction überall durchaus erforderlich, wo es sich darum handelt, daß irgend die Höhenmessung eines Gestirns etwas Genaues ergeben soll. Die Astronomen sind daher bemüht gewesen, möglichst genaue Refractionstafeln zu entwerfen, unter denen die von Bessel jetzt die besten und gebräuchlichsten sind. Mittels dieser Tafeln werden die gemessenen scheinbaren Höhen der Gestirne in die wahren verwandelt. Doch vermeidet man möglichst die Beobachtung von dem Horizonte sehr nahe stehenden Sternen, weil hier die Strahlenbrechung, wie sich vielfältig gezeigt hat, vielen und großen Unregelmäßigkeiten, die sich nicht bestimmen lassen, unterworfen ist. Man betrachte nur einmal die Ränder der Sonne und des Mondes, sobald sie in nur geringer Höhe stehen, durch ein Fernrohr, so wird man diese Ränder zittern oder wallen sehen, eine Folge von den Bewegungen der gröbern Dünste des Horizonts. Zugleich schwächt auch die Atmosphäre das von den Sternen kommende Licht desto mehr, je dichter die Luftschichten sind und je länger der Weg ist, den das Licht durch die Atmosphäre nehmen muß.

Wirkungen der Strahlenbrechung und der Zurückwerfung (Reflexion) des Lichtes zugleich sind nicht blos die oft sehr prachtvolle Morgen- und Abendröthe, sondern auch die sanfte Morgen- und Abenddämmerung. Beobachtungen und Rechnungen haben gezeigt, daß, wenn die Sonne tiefer als 18° unter dem Horizonte sich befindet, keine Sonnenstrahlen die Atmosphäre über dem Horizonte treffen. Steht daher die Sonne gerade noch 18° unter dem Morgenhorizonte, so fängt mit Ende der Nacht die Morgendämmerung an, welche bei Sonnenaufgang aufhört. Mit Sonnenuntergang nun fängt die Abenddämmerung an, die

aufhört, sobald die Sonne eine Tiefe von 18° unter dem westlichen Horizonte erreicht hat, wo dann die Nacht beginnt. Diese so eben erklärte astronomische Dämmerung ist jedoch in ihrer Dauer je nach der Jahreszeit und je nach der geographischen Breite verschieden. Sobald in den längsten Tagen die Sonne selbst um Mitternacht nicht tiefer als 18° unter dem Horizonte sich befindet, so währt die Dämmerung die ganze Nacht durch. Es finden alsdann die sogenannten hellen Nächte statt, die in geographischen Breiten von 0° bis 48½° niemals eintreten, sondern nur von 48½° bis 50° Breite vom 10. Juni bis zum 2. Juli, von 50° bis 51° Breite vom 1. Juni bis zum 12. Juli stattfinden. An jedem der beiden Erdpole selbst dauert sowohl die Morgen-, als auch die Abenddämmerung etwas mehr als 1½ Monate. Es wird daher dort die 6 Monate lange Nacht sowohl durch die Strahlenbrechung, als auch durch die Reflexion des Sonnenlichtes bedeutend abgekürzt und gemildert.

Ich versprach Ihnen zu zeigen, daß die Atmosphäre in verschiedenen Höhen eine ungleiche Schwere und Dichtigkeit besitzt. Hierzu dient dasjenige physikalische Werkzeug, welches Sie unter dem Namen Barometer kennen. Nachdem Galilei entdeckt hatte, daß das Wasser im leeren Raume der Saugpumpen nicht über 32 Pariser Fuß steigen wollte, setzte Toricelli, sein Schüler, die angefangene Untersuchung weiter fort. Denn eben die Ursache, welche das Wasser 32 Fuß hoch zu steigen gestatte und in dieser Höhe halte, brachte ihn auf den glücklichen Gedanken, daß sich auch das 14 mal schwerere Quecksilber nur 32/14 Fuß, d. h. 27½ Zoll treiben und erhalten müsse. Toricelli füllte deshalb eine etliche Fuß lange am obern Ende zugeschmolzene Glasröhre mit Quecksilber, hielt das andere Ende der Röhre mit dem Finger zu und brachte dann die Röhre in umgekehrter Stellung in ein mit Quecksilber angefülltes Gefäß. Nach Weg-

nahme des Fingers von der untern Oeffnung floß das Quecksilber bis zu einer 27½ Zoll hohen Säule ab, und der übrige Theil der Röhre war luftleer. So wurde er der Erfinder des Barometers. Aus der Bemerkung, daß die Länge der Quecksilbersäule bei diesem Versuche mit dem specifischen Gewichte des Quecksilbers multiplicirt gerade diejenige Höhe gab, zu welcher das Wasser in der Saugpumpe gestiegen war, zog Toricelli den wichtigen Schluß, daß ein dem jedesmaligen Drucke der Flüssigkeit proportionaler Gegendruck der Atmosphäre der Grund dieser Erscheinung sei. Später zeigte es sich, daß der Stand des Quecksilbers in der Röhre fast täglichen Veränderungen unterworfen sei, und man schloß hieraus, daß auch im Drucke der Atmosphäre öfters Veränderungen vorgehen müssen, daß man also die Toricellische Röhre zur Bestimmung und Abmessung dieser Veränderungen anwenden könne, daher der Name Barometer oder Luftschwermesser. Auch machte man bald die Erfahrung, daß das Barometer immer mehr falle, je höher man mit demselben zu höher gelegenen Punkten hinaufsteige, durchschnittlich um eine Linie (1/12 Zoll) bei 73 Fuß Zunahme des Höheraufsteigens. Hieraus folgt nun, daß die Luft, je weiter man von der Erde aufsteigt, desto leichter wird, und daraus wieder, daß die Luftschichten mit Zunahme der Höhe allmälig weniger dicht werden. Im Allgemeinen genommen verringert sich die Dichtigkeit der Atmosphäre im Verhältniß des Druckes desselben, also im Verhältniß der Barometerhöhe. Allerdings muß bei Anstellung genauerer Messungen der oft nicht unbedeutende Einfluß der Wärme mit berücksichtigt werden. Indessen ersehen Sie, meine geehrten Zuhörer, schon aus dem, was ich Ihnen so eben mitgetheilt, sehr leicht, daß sich die Dichtigkeit unserer Atmosphäre nicht nur in der Nähe der Erde, sondern mittels Rechnung selbst für Höhen, wohin wir nie

gelangen können, bestimmen läßt, so daß man sogar die Höhe unsers Luftkreises überhaupt finden kann. Selbige würde etwa acht Meilen betragen.

Sechster Vortrag.

Declination und Rectascension. — Länge und Breite eines Sterns. — Zeichen der Ekliptik. — Sterndeutekunst.

Erlauben Sie mir nun, Ihnen einige Ausdrücke zu erklären, die in der Folge oft vorkommen werden, da sie sich auf Bestimmungen der Lage der Gestirne an der Himmelskugel beziehen, und welche Bestimmungen der Astronom durchaus nöthig hat, um für jede Zeit den Stand des gestirnten Himmels nicht blos im Allgemeinen, sondern auch in seinen Einzelnheiten genau angeben zu können.

Im zweiten Vortrage habe ich Ihnen die Höhe und den Zenithabstand eines Gestirns erklärt; beide Bogen oder Winkel machen stets 90° zusammen. Der Winkel am Zenith nun, welchen daselbst der Höhenkreis eines Sterns mit dem Meridiankreise bildet und der durch den Bogen (Theil) des Horizonts gemessen wird, welcher zwischen dem SPunkte und dem Einschnittspunkte des Höhenkreises in den Horizont gemessen wird, heißt das Azimuth des Sterns, welches von Süden entweder über W nach N oder über O nach N von 0° bis 180° gemessen und gezählt wird. Durch die Angabe der Höhe und des Azimuths wird die Lage eines Sterns an der Himmelskugel bestimmt, jedoch nur für einen gewissen Zeitpunkt, da wegen der täglichen scheinbaren Bewegung des Himmels Höhe und Azimuth eines Gestirns sich offenbar jeden Augenblick ändern.

Die Astronomen bedienen sich daher einer andern Bestimmungsweise, durch welche die Stellung eines Sterns für lange Zeit dieselbe bleibt. Sie denken sich durch die Pole der Himmelskugel an derselben einen, den Aequator rechtwinklich durchschneidenden Kreis gezogen, der durch den Stern geht, dessen Lage bestimmt oder angegeben werden soll, so heißt dieser Kreis der Abweichungs- oder Declinationskreis dieses Sterns. Alsdann ist die Abweichung oder Declination des Sterns der zwischen diesem und dem Aequator liegende Theil (Bogen) des Abweichungskreises. Die Declination wird vom Aequator an bis zum Nordpole von 0° bis 90° gezählt und mit + (plus) bezeichnet, wenn der Stern in der nördlichen Hemisphäre sich befindet, und vom Aequator an bis zum Südpole von 0° bis 90° gezählt und mit — (minus) bezeichnet, sobald der Stern in der südlichen Hemisphäre steht. Ferner ist bei den Astronomen die gerade Aufsteigung oder Rectascension eines Sterns, der zwischen dem Frühlingsäquinoctium und dem Declinationskreise dieses Sterns liegende Theil (Bogen) des Aequators; die Rectascension wird vom Frühlingsäquinoctium an auf dem Aequator von Westen nach Osten von 0° bis 360° oder von 0 bis 24 Stunden gezählt. Es ist nun durch Rectascension und Declination die Lage eines Sterns offenbar unabhängig von der täglichen Bewegung des Himmels vollständig bestimmt. In frühern Zeiten ward dagegen eine andere, doch der so eben beschriebenen, ähnliche Bestimmungsweise angewendet, welche jetzt nur noch für die Planeten und Kometen in Anwendung kommt. Wenn man sich nämlich durch irgend einen Stern einen Kreis senkrecht auf die Ekliptik gezogen denkt, der also durch die Pole der Ekliptik gehen muß, so heißt dieser gezogen gedachte Kreis der Breitenkreis des Sterns. Dann ist der zwischen der Ekliptik und dem Sterne liegende Theil (Bogen)

des Breitenkreises die Breite des Sterns, welche nördlich oder südlich ist, je nachdem der Stern selbst nord- oder südwärts von der Ekliptik stehet. Ferner nennen die Astronomen denjenigen Theil (Bogen) der Ekliptik, der sich zwischen dem Frühlingsäquinoctium und dem Breitenkreise des Sterns befindet, die Länge dieses Sterns; dieselbe wird vom Frühlingsäquinoctium an auf der Ekliptik von 0° bis 360° gezählt und angegeben. Nun ist klar, daß Länge und Breite die Lage eines Sterns an der Himmelskugel eben so vollständig, wie seine Rectascension und Declination, unabhängig von der täglichen Bewegung des Himmels bestimmen, und zwar ebenfalls für lange Zeit.

Indessen muß ich Ihnen bemerklich machen, daß, weil die Nachtgleichenpunkte im Laufe der Zeit ihre Lage ändern, was man die Präcession (das Vorrücken) der Nachtgleichen nennt, weder die Längen, noch die geraden Aufsteigungen und Abweichungen der Fixsterne im Laufe von Jahrhunderten ungeändert bleiben. Da aber diese Veränderungen nur so gering sind, daß sie nicht mit bloßen Augen bemerkt werden, so brauchen wir vor der Hand auf die Präcession der Nachtgleichen nicht Rücksicht zu nehmen. Daß dagegen die Breite stets die nämliche bleibt, kommt daher, weil die Richtung der Präcession parallel mit der Ekliptik ist.

Meine verehrten Zuhörer werden aus den von mir gegebenen Erklärungen von der geraden Aufsteigung und Abweichung, von der Länge und Breite leicht folgern, daß sich blos die gerade Aufsteigung und Abweichung eines Sterns unmittelbar beobachten lassen, dagegen seine Länge und Breite nur mittels Rechnung aus der beobachteten geraden Aufsteigung und Abweichung bestimmen lassen. Wenn nämlich die Culminationszeit eines Sterns nach einer Sternzeit weisenden Uhr beobachtet wird, so ist diese Culminationszeit die Rectascension dieses Sterns, und wenn im Augenblick

der Culmination desselben die Höhe des Sterns gemessen worden, so giebt diese beobachtete, um die Aequatorhöhe des Beobachtungsortes verminderte Höhe die Declination des Sterns.

Da die Sonne sich in der Ekliptik selbst scheinbar fortbewegt, so hat sie natürlich keine Breite, und es braucht daher zur Bestimmung der Lage ihres Ortes am Himmel nur ihre Länge angegeben zu werden.

In frühern Zeiten ward die Länge eines Sterns nicht nach Graden allein, sondern, wie Sie bald hören werden, in Zeichen und Graden ausgedrückt und angegeben. Man theilte nämlich die Ekliptik in 12 gleiche Zeichen genannte Theile, und diese Zeichen, von welchen jedes 30 Grade umfaßt, erhielten ihre Benennungen von den ehemals in diesen befindlich gewesenen 12 Sternbildern des Thierkreises, von dem ich bereits im vierten Vortrage gesprochen habe. Diese Benennungen nebst ihren üblichen Bezeichnungen sind, ihrer Reihenfolge nach, von Westen nach Osten:

1) Widder	♈	7) Waage	♎
2) Stier	♉	8) Skorpion	♏
3) Zwillinge	♊	9) Schütze	♐
4) Krebs	♋	10) Steinbock	♑
5) Löwe	♌	11) Wassermann	♒
6) Jungfrau	♍	12) Fische	♓

Nun sagte man ehedem z. B. die Länge eines Sterns betrage 7 Zeichen 14 Grad ($7^{Z.} 14^{0}$); dies bedeutet den 14. Grad im Skorpion, d. h. den 224. Grad der Ekliptik, weil nämlich die jetzigen Astronomen die Zeichen complett, wie folgt, zählen:

0.	Widder	0° — 30°	IV.	Löwe	120° — 150°
I.	Stier	30° — 60°	V.	Jungfrau	150° — 180°
II.	Zwillinge	60° — 90°	VI.	Waage	180° — 210°
III.	Krebs	90° — 120°	VII.	Skorpion	210° — 240°

VIII. Schütze	240°—270°	X. Wassermann	300°—330°
IX. Steinbock	270°—300°	XI. Fische	330°—360°

Diese 12 Zeichen der Ekliptik werden aber auch in Bezug auf die Jahreszeiten eingetheilt in

Frühlingszeichen	♈, ♉, ♊,
Sommerzeichen	♋, ♌, ♍,
Herbstzeichen	♎, ♏, ♐,
Winterzeichen	♑, ♒, ♓;

0° ♈ ist das Frühlingsäquinoctium und 0° ♎ das Herbstäquinoctium. — Dagegen unterscheidet man nach ihrer Lage gegen den Aequator die 12 Zeichen in

nördliche Zeichen	♈, ♉, ♊, ♋, ♌, ♍;
südliche Zeichen	♎, ♏, ♐, ♑, ♒, ♓.

Endlich werden in Bezug auf den scheinbaren Sonnenlauf die 6 Zeichen ♑, ♒, ♓, ♈, ♉, ♊ die aufsteigenden und die 6 Zeichen ♋, ♌, ♍, ♎, ♏, ♐ die niedersteigenden Zeichen genannt.

Ich muß Sie, hochgeehrte Anwesende, darauf aufmerksam machen, daß diese 12 Zeichen hinsichtlich ihrer Lage im Thierkreise von dessen gleichnamigen Sternbildern gar wohl zu unterscheiden sind. Obschon im höchsten Alterthume beide gemeinschaftliche Stellungen einnahmen, so liegt doch wegen des bereits erwähnten Vorrückens der Nachtgleichen jetzt das Frühlingsäquinoctium (0° ♈) im Sternbilde der Fische und das Herbstäquinoctium (0° ♎) im Sternbilde der Jungfrau. Außerdem sind auch die Sternbilder des Thierkreises selbst von ungleicher Ausdehnung, während jedes der 12 Zeichen der Ekliptik 30° faßt. Es erstreckt sich nämlich

Das Sternbild							hat folglich eine Länge von
Widder	von	28°	♈	bis	21°	♉	23°
Stier	„	18	♉	„	22	♊	34
Zwillinge	„	28	♊	„	25	♋	27
Krebs	„	18	♋	„	12	♌	24

Das Sternbild							hat folglich eine Länge von
Löwe	von	13°	♌	bis	12°	♍	39°
Jungfrau	„	26	♍	„	6	♏	40
Waage	„	7	♏	„	27	♏	20
Skorpion	„	25	♏	„	20	♐	25
Schütze	„	25	♐	„	28	♑	33
Steinbock	„	28	♑	„	23	♒	25
Wassermann	„	18	♒	„	15	♓	27
Fische	„	15	♓	„	28	♈	43

Noch ist zu erwähnen, daß der durch den Sommersolstitialpunkt (0° ♋) gehende Parallelkreis an der Himmelskugel der Wendekreis des Krebses und der durch den Wintersolstitialpunkt (0° ♑) gehende Parallelkreis der Wendekreis des Steinbocks heißt. Gegen das Ende meines vierten Vortrages sprach ich, wie Sie sich erinnern werden, von den verschiedenen Tages- und Nachtlängen, so wie von den verschiedenen Zonen. Sie werden also jetzt leicht begreifen, daß diejenigen Orte auf der Erde, denen einer der beiden Wendekreise durch das Zenith geht, an der Grenze der heißen Zone liegen muß, und daß folglich die Kreise, welche auf der Erde die heiße Zone begrenzen, auch Wendekreise genannt werden können und wirklich diesen Namen führen.

Obschon mein heutiger Vortrag bereits etwas lang ausgefallen ist, so werden Sie mir dennoch gestatten, über die Ekliptik und den Thierkreis noch einige nicht unwichtige Bemerkungen zu machen. Schon im grauen Alterthume glaubte man nämlich den Einfluß entdeckt zu haben, den die Sonne, der Mond und die Planeten je nach ihrem Stande in der Ekliptik auf das Schicksal von ganzen Nationen sowohl, als auch auf das Leben einzelner Personen haben sollten. Auf diese Weise bildete sich die Sterndeutekunst oder Astrologie, jene thörige Kunst, die jetzt

nur noch als ein Denkmal trauriger Verirrungen der Vernunft und des Verstandes figurirt, und welche eitele Kunst daher mit Recht längst der Vergessenheit übergeben worden ist. Nur Einzelnes ist aus der Astrologie in die Astronomie übergegangen, welches die verschiedenen Stellungen der Planeten sowohl unter sich, als auch gegen die Sonne oder den Mond betrifft. Man unterschied für irgend einen Planeten 1) seine Zusammenkunft (Conjunction) ☌, wo er mit der Sonne gleiche Länge in der Ekliptik hatte, d. h. an derselben Stelle eines Sternbildes im Thierkreise stand; 2) seinen Gegenschein (Opposition) ☍, wo der Planet sich der Sonne gerade gegenüber befand; 3) seinen Gedrittschein △, wo er um 120° von der Sonne entfernt war; 4) seinen Geviertschein (Quadratur) □, wo der Planet von der Sonne um 90° abstand; endlich 5) seinen Gesechstschein (Sextilschein) ⚹, wo Sonne und Planet um 60° von einander entfernt waren. Endlich führen von diesen, die Aspecten eines Planeten genannten Stellungen die Conjunction und Opposition den gemeinschaftlichen Namen Syzygien.

Siebenter Vortrag.

Lichtgestalten des Mondes. — Mondknoten.

Ohne Zweifel werden Sie, als ich früher die eigene Bewegung des Mondes nur mit einigen Worten im Allgemeinen andeutete, schon das Verlangen gehabt haben, von diesem merkwürdigen Laufe des Mondes mehr und Bestimmteres zu erfahren. Ich will daher heute Ihren Wunsch nach Kräften zu erfüllen suchen, bitte jedoch um Ihre vermehrte Aufmerksamkeit, da Manches von dem, was ich Ihnen nun

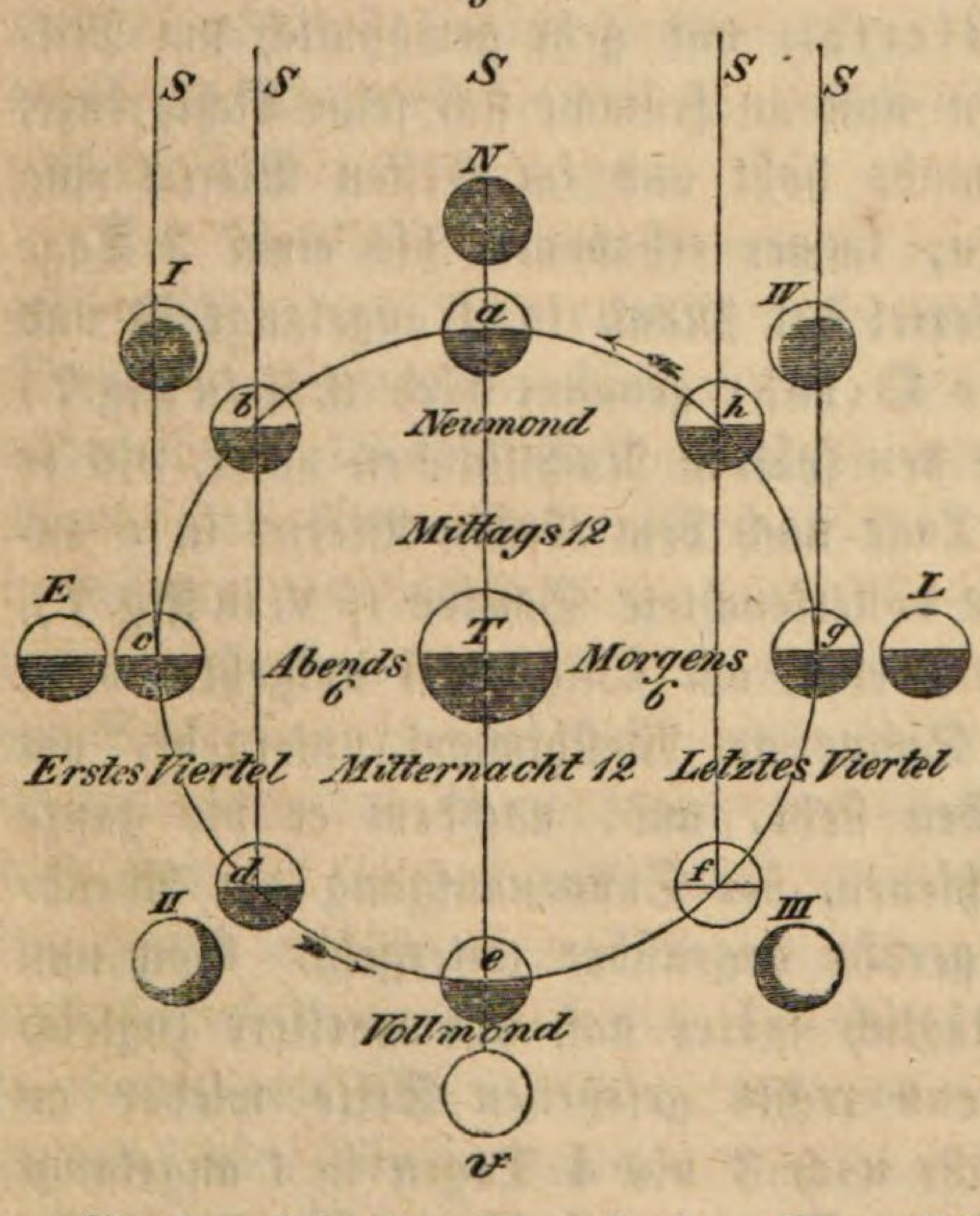
mittheilen werde, wohl nicht ganz ohne einiges Nachdenken verstanden werden dürfte.

Das Auffallendste, was der Mond darbietet in Folge seines eigenen Laufes am Himmel, und welches schon im hohen Alterthume die wahrscheinliche Veranlassung zur Eintheilung der Zeit in Wochen und Monate gegeben, sind seine Lichtgestalten oder Phasen (Mondviertel). Wenn nämlich 2 bis 3 Tage hinter einander der Mond unsichtbar gewesen, in welcher Zeit man ihn Neumond nennt, sieht man ihn nach Sonnenuntergang als eine schmale Sichel am Abendhimmel leuchten und bald darauf ebenfalls untergehen. Nun wird die Mondsichel jeden Abend breiter, entfernt sich von der Sonne immer mehr ostwärts, geht stets später nach der Sonne unter und leuchtet in den ersten Nachtstunden. Ungefähr 7 Tage nach dem Neumonde scheint der Mond halb erleuchtet, etwa um 6 Uhr Abends in Süden, die gerade Lichtgrenze ist links von der Sonne abgewandt, und der Mond, welcher zu dieser Zeit das Erste Viertel genannt wird, geht ungefähr um Mitternacht unter. Nun wird die Lichtgrenze des Mondes täglich erhabener, der Mond selbst scheint längere Zeit und geht jeden Tag immer später erst nach Mitternacht unter, bis er endlich etwa 7 Tage nach dem Ersten Viertel als eine voll erleuchtete Scheibe bei Sonnenuntergang im Osten aufgeht, um Mitternacht culminirt und dann früh bei Sonnenaufgang im Westen untergeht, so daß er, nunmehr Vollmond genannt, die ganze Nacht hindurch am Himmel steht. Nachher geht er täglich immer später auf, seine voll erleuchtete Scheibe nimmt wieder ab, so daß die Lichtgrenze immer weniger erhaben wird, bis er endlich 7 Tage nach dem Vollmonde in Gestalt einer hellerleuchteten Scheibe, deren gerade Lichtgrenze jetzt rechts von der Sonne abgewendet ist, um Mitternacht als Letztes Viertel aufgeht und gegen 6 Uhr Mor-

gens im Süden steht. Von jetzt an wird die halberleuchtete Scheibe des Mondes täglich kleiner, die gerade Lichtgrenze geht nun in eine hohlgekrümmte über und der Mond nähert sich immer mehr der Sonne wieder, welcher er zur Rechten steht. Er nimmt die sichelförmige Gestalt aufs Neue an, die immer schmäler wird, je zeitiger der Sonnenaufgang nach des Mondes Aufgang erfolgt, bis der Mond, nur noch einem schmalen Silberfaden gleichend, endlich ungefähr 7 Tage nach dem Letzten Viertel wieder verschwindet, um abermals als Neumond, welcher mit der Sonne zugleich auf- und untergeht, zwei bis drei Tage und Nächte uns unsichtbar zu bleiben. Nachher beginnen sein Lauf und seine eben erwähnten Lichtgestalten wieder in derselben Ordnung.

Wir wollen nun mittels beistehender Figur die allmälige Aufeinanderfolge der Mondphasen uns zu versinnlichen suchen. — Sei T die Erde, um welche der Mond in seiner Bahn a b c d e f g h a in der durch die Pfeile angedeuteten Richtung läuft. Die Entfernung der Sonne von der Erde kann man, in Bezug auf den Durchmesser der Mondbahn, so weit entfernt annehmen, daß die Sonnenstrahlen, z. B. Sc, Sd, Se, Sf und Sg, sämmtlich unter sich parallel

Fig. 7.



laufen. Sei der Mond in a, also zwischen der Sonne und Erde T, so sehen wir, weil wir Tag haben, nur die dunkle uns zugewendete Hälfte des Mondes, d. h. wir sehen den Neumond N gar nicht. Nach 2 bis 3 Tagen stattgefundener Unsichtbarkeit ist der Mond nach b gekommen, zeigt sich bald nach Sonnenuntergang auf der linken (östlichen) Seite der Sonne am Abendhimmel in Gestalt einer Sichel (s. I. in Fig. 7.); um diese Zeit heißt der Mond Erster Octant. Diese Sichel wird aber mit jedem Tage breiter, der Mond geht stets täglich später nach Sonnenuntergang unter, bis er ungefähr nach 7 Tagen seit dem Neumonde in c angekommen ist, ungefähr um 6 Uhr Abends (s. bei T in Fig. 7.) am südlichen Himmel in Gestalt einer halben Scheibe (s. E in Fig. 7.) so glänzt, daß ihre gerade Kante, von der Erde T aus gesehen, auf der linken Seite ist. Um diese Zeit heißt der Mond das Erste Viertel, und geht gewöhnlich um Mitternacht unter. Von nun an krümmt sich seine Lichtgrenze, die seit dem Neumonde hohl und im Ersten Viertel eine gerade Linie gewesen, immer erhabener, bis etwa 3 Tage nach dem Ersten Viertel der Mond in d angelangt ist und alsdann der Zweite Octant genannt wird (s. II. in Fig. 7.) Er geht nun erst in den spätern Nachtstunden unter, bis er endlich ungefähr 7 Tage nach dem Ersten Viertel in e angelangt ist, als eine vollerleuchtete Scheibe (s. V. in Fig. 7.), Vollmond genannt, eben am Osthimmel aufgeht, wenn ihm gegenüber die Sonne am Westhimmel untergeht, um Mitternacht im Süden steht, und, nachdem er die ganze Nacht hindurch geschienen, bei Sonnenaufgang am Abendhimmel der Sonne gerade gegenüber untergeht. Von nun an geht der Mond täglich später auf, und verliert zugleich auf seiner von T aus rechts gesehenen Seite wieder an Licht, bis er ungefähr nach 3 bis 4 Tagen in f angelangt ist und dann Dritter Octant (s. III. in Fig. 7.) heißt.

Endlich, etwa 7 Tage nach dem Vollmonde, ist der Mond in g angekommen, geht ungefähr um Mitternacht als Letztes Viertel L in Gestalt einer halben Scheibe (gerade wie zur Zeit des Ersten Viertels, nur daß jetzt die gerade Kante, wenn man von der Erde T aus nach dem Monde sieht, auf der rechten Seite ist) am Morgenhimmel auf, und geht etwa um 6 Uhr früh durch den Meridian. Doch auch diese halbe Scheibe wird in den nächsten Tagen allmälig kleiner und im Vierten Octanten, wenn nämlich der Mond in b angekommen ist, hat er die Gestalt, wie IV. in Fig. 7. zeigt; die gerade Kante des Mondes ist folglich in eine hohlgekrümmte übergegangen Je mehr sich nun der Mond der Sonne nähert, desto schmäler wird seine Sichel, und die Sonne geht täglich zeitiger nach des Mondes Aufgange auf, bis letzterer ungefähr 14 Tage nach dem Vollmonde wieder gänzlich verschwunden und in a als Neumond angelangt ist, so daß er um diese Zeit mit der Sonne zugleich auf- und untergeht.

Die Mondphasen nun zeigen, daß der Mond ein kugelförmiger, an sich dunkler, sein Licht blos von der Sonne empfangender Körper ist, welcher der Erde viel näher steht, als die Sonne. Dies wird auch durch die Mond- und Sonnenfinsternisse bewiesen, von denen ich Sie in meinem nächsten Vortrage unterhalten werde. Ferner ist leicht zu begreifen, daß die Phasen des Mondes ohne dessen Bewegung um die Erde nicht entstehen würden. Nur ist die Bahn des Mondes mit der scheinbaren der Sonne, d. h. mit der Ekliptik nicht eine und dieselbe. Denn geben wir genau auf die Sterne Achtung, denen der Mond während seines Laufes durch den Thierkreis sehr nahe kommt, so werden wir finden, daß die Ekliptik nur auf die Weise zweimal vom Monde betreten wird, daß, wenn er anfangs nordwärts von derselben gewesen, er alsdann durch sie auf

die Südseite derselben geht, späterhin sich wieder der Ekliptik zuwendet und endlich, nachdem er sie zum zweitenmal passirt hat, sich wieder nordwärts von derselben begiebt. Dabei entfernt er sich auf jeder Seite der Sonnenbahn niemals weiter von derselben als $5\frac{1}{10}$ Grade. Seine nördliche oder südliche Breite kann also höchstens nur $5\frac{1}{10}$ Grade betragen, während sie in jedem der Knoten Null ist. Es sind daher die Knoten nichts anderes, als die beiden Durchschnittspunkte der um $5\frac{1}{10}$ Grade gegen einander geneigten Ebenen der Mond- und Sonnenbahn. Jene zwei Punkte der Mondbahn nämlich, wo dieselbe die Sonnenbahn durchschneidet, werden die Knoten der Mondbahn genannt, und zwar heißt derjenige von ihnen der aufsteigende Mondknoten (☊), wo der Mond sich auf die Nordseite, der andere aber der niedersteigende Mondknoten (☋), wo er sich auf die Südseite der Ekliptik begiebt. Daraus geht auch hervor, daß Sonne, Mond und Erde, — weil letztere sich mit der Sonne stets in einerlei Ebene befindet — immer nahe in der nämlichen Ebene liegen, und wenn der Mond gerade in einem seiner Knoten, d. h. also in der Ekliptik selbst, stehet, so sind alle 3 Körper, Sonne, Mond und Erde ganz genau in einer Richtung hinter einander, oder ihre Mittelpunkte liegen in einer geraden Linie.

Nachdem wir so den Mondlauf der Hauptsache nach kennen gelernt haben, werde ich Ihnen in meinem nächsten Vortrage mittheilen, wie die Mond- und Sonnenfinsternisse entstehen und von welchen Umständen diese Himmelsereignisse gewöhnlich begleitet sind. Jetzt will ich nur noch schließlich erwähnen, daß der Weg des Mondes unter den Sternen keinesweges, wie der Weg der Sonne, der nämliche bleibt, sondern daß man gefunden hat, daß der Mond allmälig bei jedem neuen Umlaufe am Himmel bei andern Sternen vorübergeht und erst nach etwas mehr als 18 Jahren,

die anfängliche Laufbahn wieder betritt, so daß also während dieses Zeitraums die Mondknoten nach und nach andere Stellen in der Ekliptik einnehmen.

Achter Vortrag.

Mond- und Sonnenfinsternisse.

Verehrte Zuhörer! Ich werde heute versprochener Maaßen von den Mond- und Sonnenfinsternissen sprechen.

Wenn im Vollmonde der Mond ganz erleuchtet am Himmel glänzt, so wird man bisweilen gewahr werden, daß er sein Licht nach und nach verliert, als ob eine schwarze Scheibe von der Linken zur Rechten vor ihn rückt, zuerst ihn stets mehr und mehr bedeckt, und dann bei ihm vorbeirückend, ihn wieder verläßt. Wir sagen bekanntlich dann, es finde eine Mondfinsterniß statt. Da die Mondfinsternisse sich blos ereignen, wenn der Mond voll ist, und auch nur zu der Zeit, in welcher der Mond genau in gerader Linie mit Erde und Sonne steht, so können wir die Ursache dieser Erscheinung sehr bald auffinden. Die Erde muß nämlich als eine dunkle, nur von der Sonne beschienene Kugel offenbar einen Schatten nach der von der Sonne abgewandten Seite in den unendlichen Weltraum werfen. Dieser Schatten aber muß, weil die von der Sonne sehr weit entfernte Erde viel kleiner als die Sonne ist, kegelförmig und weit länger sein, als die Entfernung des Mondes von der Erde beträgt. Geht nun der gleichfalls dunkle, sein Licht blos von der Sonne erhaltende Mond durch diesen kegelförmigen Erdschatten; so wird, so lange der Mond

noch nicht ganz in den Schatten hineingetreten, der runde Umfang des Schattens sich auf der Mondscheibe darstellen, d. h. wir werden die Erscheinung so wahrnehmen, als ob eine dunkle Scheibe den Mond zum Theil bedeckte. Je tiefer der Mond in den Erdschatten tritt, desto kleiner wird auch sein noch erleuchteter Theil, welcher bisweilen ganz verschwindet. Einige Zeit hierauf, sobald der Mond sich durch den Schatten der Erde hindurch bewegt hat, sieht man, daß er an der andern Seite desselben wieder allmälig heraustritt, bis er endlich wieder im vollen Lichte glänzt. Daß der Mond zuerst auf der linken Seite verfinstert wird, und die dunkle Scheibe nach der Rechten zu vor ihm vorbei zu rücken scheint, kommt daher, weil der Mond sich schneller, als die Sonne, scheinbar unter den Sternen von Abend nach Morgen zu fortbewegt.

Wenn nun der Mond bei seinem Laufe um die Erde denselben Weg unter den Sternen wie die Sonne nähme, d. h. sich in der Ekliptik selbst bewegte, und folglich die Ebene seiner Bahn mit der der Sonne zusammenfiele, so müßte in jedem Vollmonde der Mond ganz genau der Sonne gegenüber hinter der Erde zu stehen kommen, und der Schatten der Erde auf ihn fallen. Allein Sie wissen bereits, daß die Mondbahn gegen die Ekliptik um $5^1/_{10}$ Grade geneigt ist und dieselbe nur in den beiden Knoten durchschneidet. Es läuft daher der Mond meistens über oder unter dem Erdschatten hinweg, und wir sehen, wie auch bekannt, die meisten Vollmonde von keiner Finsterniß begleitet. Blos in dem Falle, daß der Vollmond sich in oder nahe bei einem der Knoten ereignet, kann der Mond von dem Erdschatten getroffen werden. Wollen wir also wissen, welche Vollmonde verfinstert werden, so müssen wir die Orte kennen, an welchen die Mondbahn die Ekliptik durchschneidet, oder mit andern Worten, wir müssen wissen, auf welche

Punkte der Ekliptik der auf- und der niedersteigende Knoten der Mondbahn fallen. Lägen nun z. B. diese Knoten im Widder und in der Waage, so könnten, weil die Sonne gegen Ende März und Septembers in diesen Zeichen steht, auch nur die ungefähr in diese Zeiten fallenden zwei Vollmonde Finsternisse mitbringen. Aber die Mondknoten bleiben, wie schon die Alten wußten, nicht auf denselben Stellen der Sonnenbahn, sondern rücken in derselben so allmälig fort, daß sie binnen 18 Jahren in derselben herumgekommen sind. Es ist folglich diese sonderbare Bewegung die Ursache von dem Eintreten der Mondfinsternisse in einem Jahre nach dem andern in verschiedene Monate, sowie von den bestimmten Perioden, nach deren Verlauf sie wieder in die nämlichen Monate fallen. Von diesen Perioden werden Sie bei den Sonnenfinsternissen etwas mehr zu erfahren Gelegenheit erhalten.

Wenn uns der Tag eines Vollmondes gegeben ist, und es wird uns die Frage vorgelegt, ob dieser Vollmond von einer Finsterniß begleitet sein werde oder nicht, so können wir diese Frage nicht eher beantworten, als bis wir wissen, wie groß am Vollmondstage der scheinbare Durchmesser des Erdschattens in derjenigen Gegend ist, in welcher der Mond durch denselben oder doch wenigstens sehr nahe bei demselben vorbeigeht. Dieser scheinbare Halbmesser des Erdschattens aber ist, wie die Astronomen berechnet haben, niemals größer, als 46½ Minuten, und wenn dann die Hälfte des Durchmessers der scheinbaren Mondscheibe 16¾ Minuten beträgt, so wird der Mond erst dann verfinstert, wenn dessen Mittelpunkt 63¼ Minute vom Mittelpunkte des Erdschattens absteht. Es wird folglich allemal eine Mondfinsterniß stattfinden, wenn zur Zeit des Vollmondes der Mond eine kleinere nördliche oder südliche Breite, als 63¼ Minuten hat. Der Erdschatten ist jedoch nicht stets so groß, als wir

eben erfuhren; auch die scheinbare Größe des Mondes ändert sich nach seiner verschiedenen Entfernung von der Erde. Wir müssen daher, wollen wir der Vorhersagung einer Mondfinsterniß ganz gewiß sein, nur diejenigen Vollmonde nehmen, in welchen der Mond noch nicht volle 63¼ Minuten von der Ekliptik nord- oder südwärts entfernt ist. — Diese Grenzen, an denen die Mondfinsternisse aufhören stattzufinden, können auch noch auf eine andere Weise angegeben werden. Steht nämlich der Vollmond weniger als 12¼ Grade von einem seiner Knoten ab, so kann der Mond noch zum Theil verfinstert werden. Ist sein Abstand vom Knoten geringer als 9½ Grade, so tritt unfehlbar eine Mondfinsterniß ein, welche aber blos partial sein wird, sobald die Breite des Mondes zur Zeit des Vollmondes mehr als 30 Minuten beträgt, oder wenn der Mond weiter als 5½ Grade von einem seiner Knoten absteht. Sie wird jedoch zugleich total werden, wenn der Mond noch nicht einen halben Grad von der Ekliptik, oder noch nicht über 5½ Grade vom Knoten entfernt ist. Es giebt folglich partiale und totale Mondfinsternisse.

Wenn während einer Mondfinsterniß der Mond gerade mitten durch den Erdschatten hindurch geht, so muß er, wie Sie leicht errathen werden, eine ziemlich lange Zeit hindurch völlig verfinstert sein. Dies kann beinahe zwei Stunden dauern, was jedoch nur selten stattfindet, weil es sich nicht leicht zuträgt, daß der Vollmond gerade in einem der Knoten selbst eintritt. Ueberhaupt kann die längste Dauer einer blos partialen Mondfinsterniß nicht über 2 Stunden 18 Minuten, und die einer partialen und zugleich totalen Finsterniß nicht mehr als 4 Stunden 24 Minuten betragen.

Was nun die nähere Bestimmung der einzelnen Umstände einer Mondfinsterniß anlangt, so muß man dieses

Geschäft den Astronomen überlassen, welche es früher durch Zeichnungen verrichteten, jetzt aber allgemein durch gewisse Rechnungen ausführen. Sie berechnen nämlich die Zeit des Anfangs, der Mitte und des Endes der Finsterniß, bestimmen ferner, ob diese partial oder total, und in welchen Ländern sie zu sehen sein wird, u. s. w. Auch geben sie gewöhnlich an, in welchen Gegenden der Erde der Mond total verfinstert auf- und untergeht, welche Orte die Finsterniß zu allererst oder zu allerletzt sehen, und wie groß dieselbe werden wird. Die Astronomen drücken die Größe in Zollen und deren Zehnteln aus. Sie theilen nämlich den Durchmesser der Mondscheibe in 12 Theile, Zolle genannt. Beträgt nun zu der Zeit, da die Mondfinsterniß am größten ist, der breiteste Theil der nicht verfinsterten Mondscheibe nur 1, 2, 3 u. s. w. Zoll, so beträgt die Größe der Finsterniß selbst 11, 10, 9 u. s. w. Zoll. Wenn gerade die ganze Mondscheibe verdunkelt wäre, so hieße die Finsterniß eine 12zollige. Allein oft tritt der Mond noch weit tiefer in den Erdschatten ein; dann kann es folglich auch Mondfinsternisse von 13, 14 u. s. w. bis 20 oder 21 Zoll geben.

Was endlich die wirkliche Beobachtung einer Mondfinsterniß betrifft, so kann man den Anfang und das Ende derselben niemals genau wahrnehmen, indem der auf den Mond fallende Schatten der Erde gleich jedem andern Schatten nie scharf begrenzt, sondern verwaschen ist. Man unterscheidet daher bei einer Mondfinsterniß einen vollen Schatten und einen Halbschatten.

Weil eine jede Mondfinsterniß nichts anderes ist, als eine durch das Dazwischentreten der Erde verursachte Beraubung des Lichts, welches der Mond von der Sonne erhält; so ist jede Mondfinsterniß eine wirkliche Erscheinung und nicht blos etwas Scheinbares. Folglich sehen auch alle diejenigen Bewohner der Erde, welchen der Mond so

eben scheint, den Anfang, das Ende, und überhaupt die einzelnen bestimmten Umstände der Finsterniß genau zu der nämlichen Zeit, wenn auch zu verschiedener Uhrzeit.

Endlich habe ich noch zu erwähnen, daß sich der Mond nicht bei jeder Finsterniß auf gleiche Weise darstellt. Man hat nämlich bisweilen bei totalen Verfinsterungen den Mond ganz verschwinden sehen. Dies ereignete sich z. B. bei den Mondfinsternissen am 9. December 1601 und den 15. Juni 1620, welche Kepler beobachtet hat. Hevel, der berühmte astronomische Rathsherr in Danzig, versichert sogar, man habe am 25. April 1642, obschon ganz reiner Himmel gewesen, dennoch den total verfinsterten Mond nicht einmal durch die Fernröhre erkennen können; Hevel zog aus dieser merkwürdigen Beobachtung den richtigen Schluß, daß der Mond kein eigenes Licht habe, sondern von der Sonne erleuchtet werde. Auch den 10. Juni 1816 ereignete es sich, daß der Mond gänzlich verschwand, und nur erst kurz vor dem Aufhören der totalen Finsterniß ein nebliger Lichtschimmer sich zeigte, der dann bis zu dem Augenblick, in welchem der halbe Mondrand hervortrat, stets zugenommen hatte. — Dieser Fall eines gänzlichen Verschwindens des Mondes am Himmel ist jedoch gewiß sehr selten; vielmehr behält der Mond selbst im Augenblicke der stärksten Verdunkelung noch ein rothes, der Farbe des Kupfers ähnliches, Licht, welches nichts anderes, als die Wirkung derjenigen Sonnenstrahlen sein kann, die durch die Atmosphäre der Erde hindurch gehen, und nach der Spitze des kegelförmigen Erdschattens zu gekrümmt werden; denn man bemerkt, daß gedachtes Licht gerade an der Stelle, wo der Mittelpunkt des Erdschattens liegt, am schwächsten, und daß es bald dunklere, bald hellere Farbe besitzt, was wohl nur in dem verschiedenen Zustande der Erdatmosphäre seinen Grund haben kann.

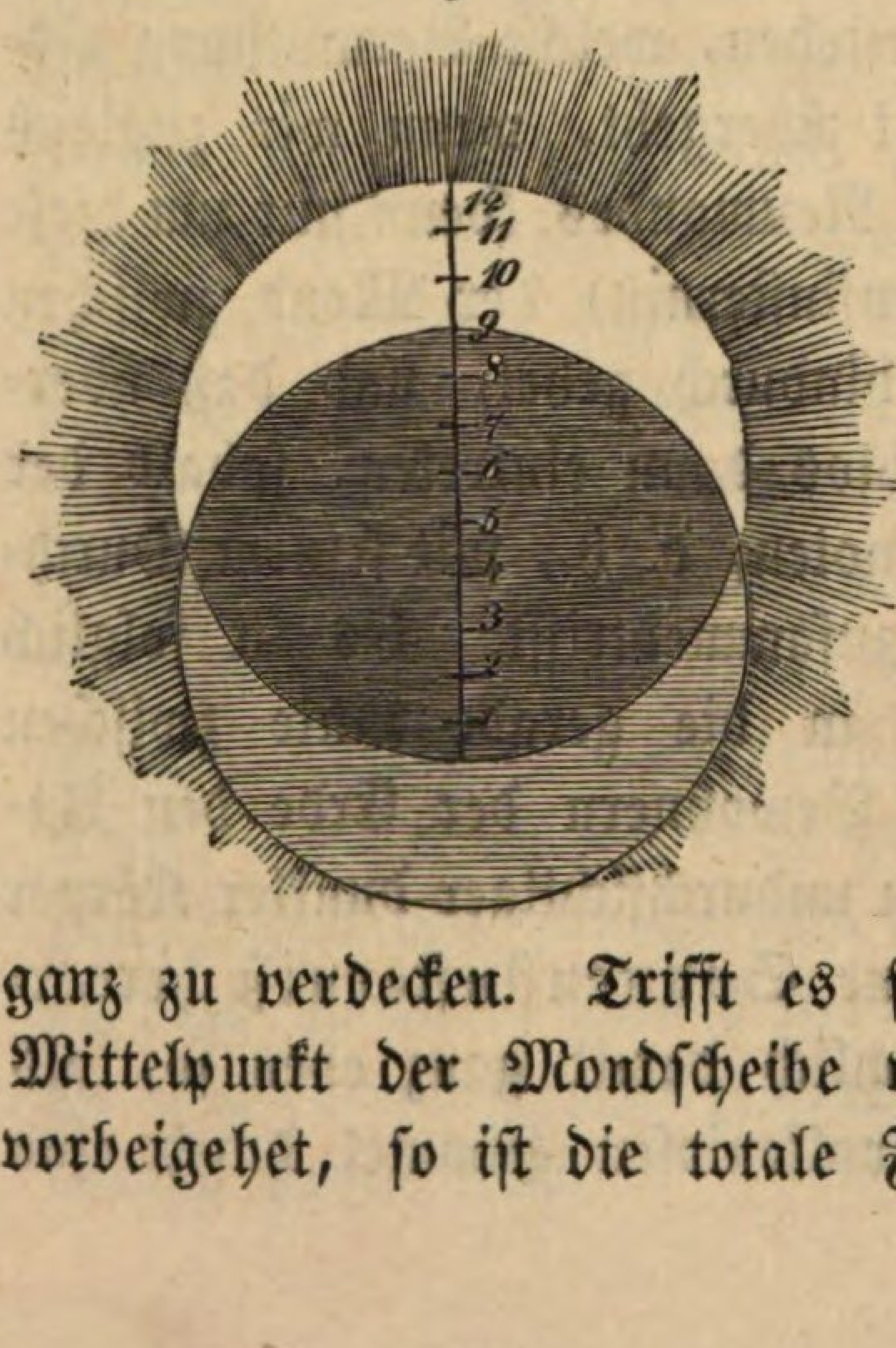
Ich hoffe, daß Ihnen das, was ich über die Mondfinsternisse im Allgemeinen sowohl als auch im Besondern vorgetragen und zu erläutern versucht habe, eben so leicht verständlich geworden ist, als wenn ich den Mondlauf und die Entstehung einer Mondfinsterniß an irgend einem dazu geeigneten Modell, z. B. an einem Lunarium, mechanisch dargestellt und so Ihnen anschaulich gemacht hätte.

Erlauben Sie mir nun, meine hochgeehrten Zuhörer, über die Sonnenfinsternisse zu sprechen, die noch interessanter und wichtiger als die Mondfinsternisse sind. Zuweilen sieht man die Sonne durch eine, von der Rechten nach der Linken scheinbar vor ihr vorbeirückende schwarze Scheibe allmälig verfinstert werden. Da aber eine solche Verfinsterung nicht in allen Gegenden der Erde, denen zur Zeit dieses Ereignisses die Sonne über dem Horizonte am Himmel stehet, auf gleiche Weise wahrgenommen wird, indem manche dieser Gegenden die Sonne mehr als andere, und die übrigen sie gar nicht sich verfinstern sehen; so kann eine solche Verfinsterung wohl nicht in einem wirklichen Dunkelwerden der Sonne bestehen, welche Vermuthung alsbald zur völligen Gewißheit übergeht, wenn wir zugleich bedenken, daß zur Zeit des Neumondes (denn nur um diese Zeit sieht man eine Sonnenfinsterniß) der Mond zwischen der Erde und der Sonne hindurch gehet, und daß überdies die Sonnenfinsternisse blos dann eintreten, sobald der Neumond mit einem seiner Knoten, d. h., mit seinem Durchgange durch die Ekliptik zusammentrifft. Es ist folglich der Mond, der, wenn er in die gerade Linie zwischen Sonne und Erde tritt, den Bewohnern der Erde den Anblick der Sonne, weil er ein undurchsichtiger dunkler Körper ist, entziehet und dadurch eine Sonnenfinsterniß hervorbringt. Es verhält sich nämlich damit ganz eben so, als wenn die Sonne an dem wolkenlosen Himmel durch eine

vor ihr vorüberziehende Wolke eine Zeit lang verdeckt wird. So wie nun der Schatten dieser Wolke sich nach derjenigen Seite auf den Fluren hinbewegt, nach welcher die Wolke vom Winde getrieben wird, und dem Zuschauer, wenn ihn der Schatten der Wolke erreicht, den Anblick der Sonne raubt, während andere außer den Grenzen dieses Schattens noch von der Sonne beschienen werden; eben so zieht der Schatten des Mondes, da dieser sich von Abend nach Morgen um die Erde bewegt, über der Oberfläche der Erde hin nach derselben Richtung (wirklich sehen westlicher gelegene Gegenden eine Sonnenfinsterniß stets eher als östlichere), raubt allen von ihm nach und nach getroffenen Gegenden den Anblick der Sonne, und läßt sie auf diese Weise eine Sonnenfinsterniß wahrnehmen, während alle Länder der Erde, die nicht vom Mondschatten getroffen werden, die Sonne nicht vom Monde verdeckt, folglich auch keine Sonnenfinsterniß sehen.

Man unterscheidet partiale (theilweise) und totale (gänzliche), ferner centrale und ringförmige Sonnenfinsternisse. Partial ist eine Sonnenfinsterniß, wenn der Mond die Sonne nicht ganz verdeckt, total, wenn letztere gänzlich verfinstert wird, was nur dann geschehen kann, wenn der Mond uns nahe genug, folglich hinreichend scheinbar groß ist um die Sonne ganz zu verdecken. Trifft es sich dabei zugleich, daß der Mittelpunkt der Mondscheibe vor dem der Sonnenscheibe vorbeigehet, so ist die totale Finsterniß zugleich eine cen-

Fig. 8.



trale. Wenn aber der Mond zu weit von uns entfernt, folglich die Mondscheibe scheinbar kleiner als die Sonnenscheibe ist, so erscheint die Finsterniß ringförmig, welche zugleich central ausfällt, wenn das Centrum des Mondes vor dem Centrum der Sonne vorbei gehet. In seltenen Fällen kann auch eine und die nämliche Finsterniß an einem Orte total, an einem andern Orte aber nur ringförmig erscheinen. Indem nämlich der Mittelpunkt des Mondschattens über der Erde fortschreitet, trifft er nach und nach auf Orte, die ungleich weit vom Monde entfernt sind. Denjenigen Beobachtern also, welche bei der centralen Verfinsterung in oder sehr nahe an ihrem Zenith den Mond sehen, kommt dieser erheblich größer vor, als andern Beobachtern, welchen er kurz vorher oder nachher die auf- und untergehende Sonne verfinstert. Jene werden folglich eine central-totale, diese eine central-ringförmige Sonnenfinsterniß wahrnehmen. Endlich kann an einem bestimmten Orte die totale Finsterniß ohne Dauer oder mit Dauer sein, je nachdem die scheinbare Mondscheibe gerade so groß wie die scheinbare Sonnenscheibe oder größer als dieselbe ist. Doch kann eine totale Sonnenfinsterniß nie länger, als höchstens $4\frac{1}{2}$ Minuten dauern. — Man pflegt daher vorzugsweise alle diejenigen Orte, die nicht nur eine centrale, sondern auch diejenigen, welche eine totale oder eine ringförmige Finsterniß wahrnehmen, zu bestimmen.

Die Berechnung der Sonnenfinsternisse ist deshalb weit schwieriger als die der Mondfinsternisse, weil jene, wie Sie nun wissen, keine wirklichen Verfinsterungen wie diese, sondern nur scheinbare Phänomene sind, deren Gestalt und Größe von dem Orte des Beobachters auf der Erdoberfläche abhängt. Die Astronomen haben gefunden, daß, wenn gewiß keine Sonnenfinsterniß mehr eintreten soll, der Mond im Neumonde eine nördliche oder südliche Breite

von 1 Grad und 35 Minuten haben muß, und daß 1 Grad 24 Minuten die kleinste Grenze ist, wobei der Mond noch, eine Finsterniß zu veranlassen, bei der Sonne vorbei gehen kann, und so wie bei einer Mondbreite größer als 1 Grad 35 Minuten bestimmt keine Sonnenfinsterniß eintreten kann, so muß dagegen nothwendig eine sich ereignen, sobald die Breite des Mondes im Neumonde kleiner als 1 Grad und 24 Minuten ist. Dies ist aber das Nämliche, als wenn man sagt, jene Grenze findet statt, wenn der Mond in seiner Bahn noch 18½ Grade, diese Grenze hingegen, sobald er nicht völlig 15½ Grade von einem seiner Knoten entfernt ist. Man wird hieraus leicht abnehmen, das die Grenzen der Sonnenfinsternisse überhaupt viel ausgedehnter als die der Mondfinsternisse sind, und daß, weil der Ort der Sonne in der Ekliptik zwischen zwei Neumonden sich nur um 29 Grade ändert, bei jedem Zusammentreffen der Sonne mit einem der Mondknoten wenigstens eine Sonnenfinsterniß eintreten muß. Es kann aber auch eine vor und eine nach dem Eintreffen in dem Knoten sich ereignen, sobald die Sonne ziemlich mitten zwischen zwei Neumonden einen Knoten der Mondbahn erreicht. Wenn ferner der Neumond ganz nahe mit dem Eintritt der Sonne in einen Mondknoten zusammenfällt, so ist die Finsterniß gewiß in irgend einer Gegend der Erdoberfläche central; nur kann man dann von dem zunächst vorausgehenden oder zunächst nachfolgenden Vollmonde nicht erwarten, daß er verfinstert werde. Und umgekehrt, ereignet sich bei einem nahe beim Knoten stehenden Vollmonde eine totale Mondfinsterniß, so werden gemeiniglich sowohl der nächste Neumond vor, als auch der nächste Neumond nach diesem Vollmonde nur von unbedeutenden Sonnenfinsternissen begleitet sein.

Diese Betrachtungen nun haben den Astronomen ein

einfaches Mittel kennen gelehrt, die Perioden der Wiederkehr ähnlicher Sonnenfinsternisse leicht und sicher genug zu bestimmen. Sobald nämlich in einem gewissen Jahre eine Sonnenfinsterniß ganz oder doch nahe bei einem der Mondknoten vorgefallen ist, tritt im darauf folgenden Jahre der in dem nämlichen Monate stattfindende Neumond 11 Tage früher ein, folglich bei einem Stande der Sonne, der ungefähr 11 Grade hinter dem vorjährigen stehet. Aber auch der Mondknoten ist vermöge seiner rückgängigen Bewegung, die unausgesetzt stattfindet, seitdem 19 Grade hinter demjenigen Orte zurück, den er im vorigen Jahre in demselben Monate eingenommen hatte, und der Mond selbst steht folglich beim Neumonde eben dieses Monates etwa 8 Grade vom gedachten Knoten ab. Die Folge dieser Umstände nun ist, daß die diesjährige Sonnenfinsterniß kleiner als die vorjährige ausfällt. Im zweiten Jahre beträgt der Abstand des Mondes von seinem Knoten schon 16 Grade, und es wird daher allenfalls bei dem so bestimmten Neumonde noch eine kleine, allein bestimmt keine beträchtliche Sonnenfinsterniß erfolgen können.

Ich erwähnte vorhin die rückgängige Bewegung der Mondknoten. Diese genau zu kennen war besonders den alten Astronomen deshalb so wichtig, weil sie durch dieselbe die Finsternisse auf lange Zeiten voraus zu bestimmen im Stande waren. Dies verhält sich nämlich so. Der Knoten der Mondbahn bewegt sich auf die Weise rückwärts, daß er, wenn er einmal mit dem Neumonde zusammen getroffen war, dann gerade nach 18 Jahren und 11 Tagen wieder mit ihm zusammentrifft. Der Mondknoten wird alsdann noch 11 Grade von dem Orte, den er vor 18 Jahren und 11 Tagen eingenommen hatte, entfernt sein. Aber auch die Sonne ist nun um 11 Grade weiter vorgerückt, folglich steht sie wieder im Knoten. Daher, und weil der Mond

wieder gerade im Neumonde ist, muß jetzt wieder eine Sonnenfinsterniß, wie vor 18 Jahren und 11 Tagen, und zwar ziemlich eben so groß eintreten. Nur findet, weil das Zusammentreffen des Neumondes mit dem Knoten nicht ganz genau ist, eine kleine Aenderung in der Größe der Finsternisse statt, die nach 36 Jahren und 21 Tagen noch beträchtlicher werden würde, so daß nach oftmaligem Verlauf obgedachter Periode die Uebereinstimmung aufhören müßte. Diese Periode von 18 Jahren 11 Tagen oder 223 Mondmonaten ist nun dieselbe, welche nach der Versicherung des Ptolemäus bereits den alten chaldäischen Astronomen bekannt war, und von ihnen Saros genannt wurde, obschon sie in neuern Zeiten mehr unter dem Namen der Halley'schen Periode bekannt ist. Man hat für die Wiederkehr der Finsternisse ähnliche Perioden von 716, 3087, 6890 und 9977 Mondmonaten, einen Mondmonat zu 29 Tagen 12 Stunden und 44 Minuten gerechnet. Uebrigens muß ich noch erwähnen, daß Sonnenfinsternisse überhaupt für die ganze Erde häufiger als Mondfinsternisse sind, und dem Durchschnitte nach binnen 18 Jahren 41 Sonnenfinsternisse vorfallen, während man im Verlauf der nämlichen Periode nur nahe 29 Mondfinsternisse zählt. Allein für einen bestimmten Ort der Erde, z. B. für Leipzig, sind umgekehrt die daselbst sichtbaren Sonnenfinsternisse beinahe dreimal seltener als Mondfinsternisse; ja, man kann annehmen, daß jeder Ort der Erde allemal in 2 Jahren eine Sonnenfinsterniß, und erst in fast 200 Jahren eine totale zu erwarten hat. Jährlich müssen wenigstens 2 Sonnenfinsternisse auf der Erde eintreten, weil die Sonne stets nach 6 Monaten in die Nähe des auf- oder niedersteigenden Knotens der Mondbahn kommt. Es kann zuweilen, aber freilich nur selten, die Anzahl der Mond- und Sonnenfinsternisse in einem Jahre zusammen sich bis auf 8 be-

laufen, welche dann im Januar, Juli und December eintreten.

Alles, was ich Ihnen bisher mitgetheilt, betraf blos die Bestimmung, ob und auf welche Art überhaupt eine Sonnenfinsterniß auf der Erde sich darstellen wird. Man verlangt jedoch auch noch zu wissen, in welchen Gegenden der Erdoberfläche eine solche Sonnenfinsterniß partial, central, total oder ringförmig, oder sonst von bestimmter Größe erscheinen, auch wie dieselbe an einem gewissen Orte sich zeigen wird Man kann ferner fragen, welcher Ort wird diese Finsterniß zu allererst bei Sonnenaufgang und welcher Ort sie zu allerletzt bei Sonnenuntergang wahrnehmen; wo wird die Sonne gerade Mittags 12 Uhr central, total, ringförmig oder halb verfinstert erscheinen; in welchen Gegenden der Erde steht die Sonne auf diese oder jene Art verfinstert gerade im Zenith; welchen Bewohnern der Erde geht die Sonne halb, total oder ringförmig verfinstert unter, u. s. w. — Die Berechnungen, welche, um diese verschiedenen Fragen sicher zu beantworten, gemacht werden müssen, sind jedoch so umständlich und schwierig, daß man bis jetzt sich vergeblich bemüht hat, dieselben auf eine für den Laien völlig verständliche Weise vorzutragen und zu erklären, indem bei diesen Berechnungen Mancherlei vorkommt, was ohne einige höhere Vorkenntnisse in der Mathematik und Astronomie nicht wohl verstanden werden kann. Aus dieser Ursache gab man zwar sonst, um diese beschwerlichen Rechnungen zu vermeiden, gewisse Vorschriften, wie durch Constructionen und Zeichnungen die verschiedenen Umstände einer Sonnenfinsterniß bestimmt werden können. Allein diese Anweisungen fielen eben so wie die Constructionen und Zeichnungen selbst, immer noch viel zu umständlich und verwickelt aus, als daß sie von Jedermann sicher auszuführen und bequem zu benutzen gewesen wären. Dasselbe,

wenn gleich im mindern Grade, findet bei den Berechnungen einer Mondfinsterniß statt, daher man auch hier Constructionsmethoden und die Anwendung des Erdglobus, statt der Rechnung, schon vor vielen Jahren vorgeschlagen und wirklich sich derselben bedient hatte.

Wenn eine Sonnenfinsterniß an zwei Orten von Astronomen genau beobachtet worden ist, so kann sie zur Bestimmung des Längen- oder Mittagsunterschiedes dieser zwei Orte benutzt werden, indem ja eben so, wie für einen gewissen Ort die Zeiten des Eintritts, Austritts, u. s. w. berechnet werden können, auch umgekehrt aus dem beobachteten Eintritt, Austritt, u. s. w. die Länge des Orts, sobald dessen geographische Breite bekannt, durch Rechnung gefunden werden kann.

Selbst die wahrgenommenen größern Sonnenfinsternisse aus der Vorzeit genau zu berechnen, ist für die Chronologie oder Zeitrechnung oft nicht minder wichtig, als obige Bestimmungen. Weil nämlich große, namentlich totale Sonnenfinsternisse in einer und derselben gewissen Gegend nur selten vorkommen, so wird natürlich auch eine, mit einer solchen Himmelserscheinung zufällig zusammengetroffene Begebenheit auf der Erde, für welche die Zeit selbst um ein oder etliche Jahre ungewiß wäre, bis auf den Tag genau bestimmt werden können. So ist auf diese Art z. B. der Tag der Schlacht am Halys, während welcher sich eine Sonnenfinsterniß zutrug, genau ermittelt worden. Da es nämlich heißt, diese Sonnenfinsterniß sei in der Gegend des Kampfplatzes beinahe total gewesen, so kann diese keine andere sein, als die am 30. September im Jahre 610 vor Christi Geburt, welche zugleich in der Geschichte der Astronomie berühmt ist, als die erste, die von Thales, dem griechischen Weltweisen, voraus gesagt sein soll.

Neunter Vortrag.

Interessante Erscheinungen bei Sonnenfinsternissen.

Verehrte Anwesende! Erlauben Sie mir, daß ich, bevor ich einen neuen astronomischen Gegenstand behandle, Sie noch mit den wichtigsten und interessantesten Erscheinungen in der Kürze bekannt mache, welche bei ringförmigen und totalen Sonnenfinsternissen eintreten.

Kurz vor und nach einer ringförmigen Verfinsterung erscheint die Sonne als eine Sichel, wie z. B. der Mond kurz nach und vor dem Neumonde. Die Berge und Thäler seines Randes sind dann auf dem hellen Hintergrunde der Sonne deutlich wahrzunehmen. So lange die Sonnenfinsternisse noch nicht so bedeutend sind, daß sie sich den totalen sehr nähern, so lange sind sie auch von keinen auffallenden Erscheinungen begleitet. Die Tageshelle auf der Erde bleibt noch ziemlich ungeschwächt und nimmt nur erst stark ab, sobald die Breite des noch unverfinsterten Theils der Sonne weniger als einen halben Zoll beträgt. Bei den totalen und ringförmigen Finsternissen zeigen sich nun sonderbare Erscheinungen, deren genauere Erforschung gewiß noch zu bedeutenden Aufschlüssen führen muß. Leider sind aber derartige Himmelsereignisse sehr selten und von sehr kurzer Dauer. Bedenkt man noch, daß in unsern nördlichen Gegenden, wo gerade die meisten und vorzüglichsten Astronomen leben, wohl die Hälfte der totalen und ringförmigen Sonnenfinsternisse durch ungünstige Witterung für den Beobachter verloren gehet, so wird man es ganz begreiflich finden, daß wir von solchen seltenen Himmelsereignissen noch so wenig Beobachtungen von wissenschaftlichem Werthe besitzen. In frühern Jahrhunderten verhinderten auch die

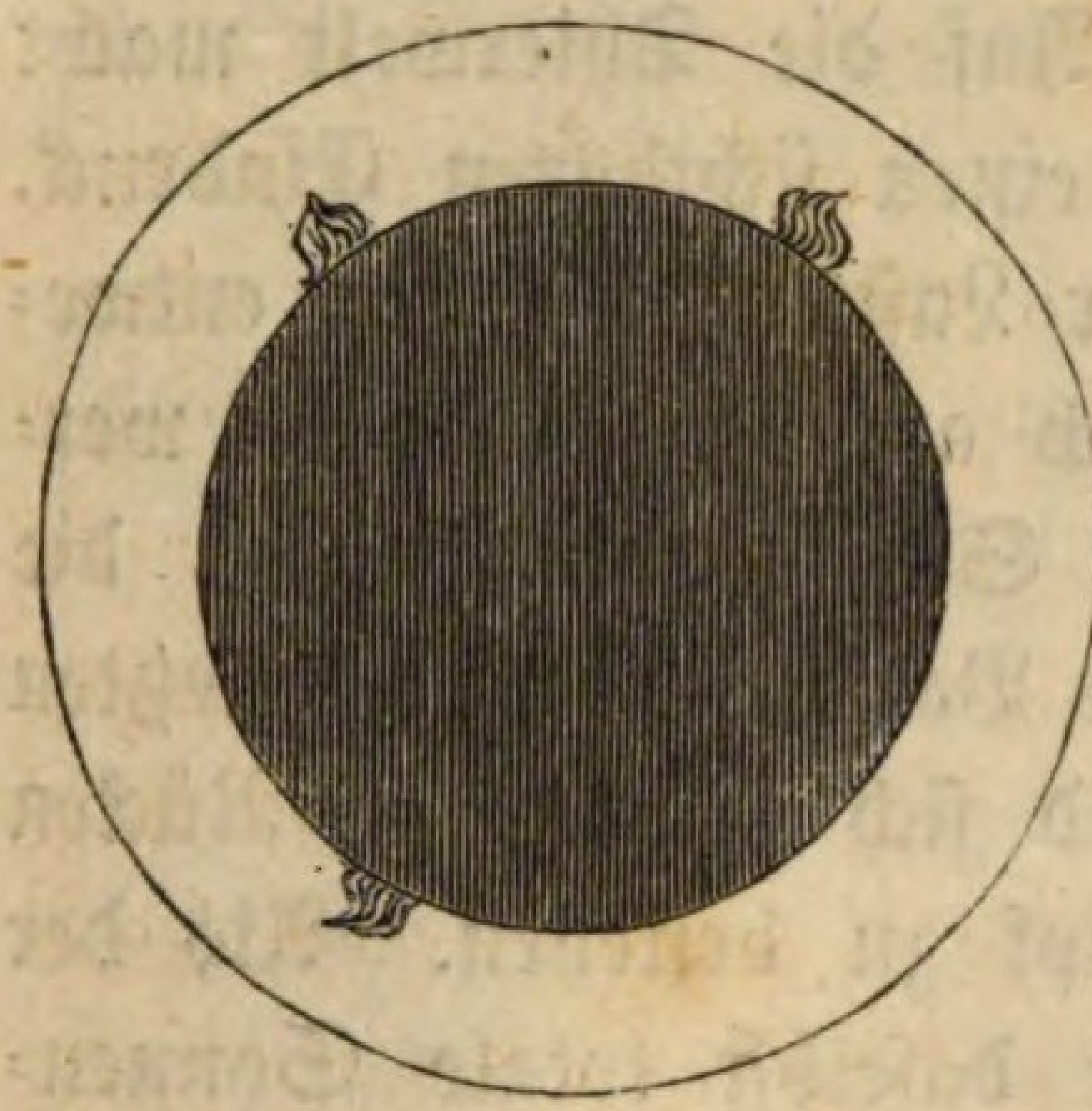
Furcht und der Aberglaube, die in manchen Ländern noch jetzt als Begleiter von großen Sonnenfinsternissen auftreten, die Anstellung schätzbarer Beobachtungen. Sie Alle, verehrte Anwesende, werden sich noch aus Ihrer Jugendzeit erinnern, in Campe's Entdeckungs-Geschichte von Amerika gelesen zu haben, daß die Peruaner glaubten, daß bei einer Mondfinsterniß der Mond krank sei und sterbend vom Himmel herabfallen und die Erde zertrümmern würde. Um nun den Mond aus seiner Ohnmacht zu erwecken, machten die Peruaner durch Schreien, Pfeifen, Trommeln und Peitschen der Kinder und Hunde einen entsetzlichen Lärm, damit die Kinder weinen und die Hunde heulen sollten. Fontenelle erwähnt, daß man in Ostindien die Meinung hege, bei Sonnen- und Mondfinsternissen strecke ein Drache seine schwarzen Klauen über das Gestirn aus, um es an sich zu reißen. Man sieht während dieser Zeit die Flüsse mit den Köpfen der Indianer bedeckt, die sich bis an den Hals ins Wasser gesteckt haben, weil dies, wie sie glauben, eine sehr andächtige Stellung sei, durch welche sich Sonne und Mond bewegen ließen, sich tapfer gegen den Drachen zu vertheidigen. Im Königreiche Ava betrachtet man eine Finsterniß als das Werk eines bösen Geistes, und alle Staatsgeschäfte werden alsdann bis auf den nächsten Monat verschoben. Daher mußte auch eine Gesandtschaft, die vor ungefähr 56 Jahren von Seiten Englands an den König von Ava abgeschickt worden war, so lange auf ihre feierliche Vorstellung bei Hofe warten. Die Mönche von Siam belehren die dortigen Menschen, daß die europäischen Astronomen blos deshalb die Sonnen- und Mondfinsternisse so scharf vorhersagen könnten, weil sie den Appetit eines Ungeheuers ganz genau kennten, welches zur Zeit einer Finsterniß die Sonne oder den Mond verschlingen will. Dürfen wir uns nun aber hierüber wundern, sobald wir erfahren, daß selbst noch in

Deutschland vor kaum 200 Jahren die meisten Menschen während einer totalen Sonnenfinsterniß sich voller Verzweiflung auf die Kniee warfen und die Brunnen zum Schutze gegen das, wie man glaubte, vom Himmel fallende Gift bedeckten? Und in Paris flüchtete man im J. 1654 auf die bloße Ankündigung einer totalen Sonnenfinsterniß angstvoll in die Keller. — Bei einer ringförmigen Sonnenfinsterniß zieht sich beim Vorrücken des Mondes auf der Sonne diese letztere immer mehr zur Sichel zusammen, die aber, da der Mond in vorliegendem Falle scheinbar kleiner als die Sonne ist, mehr als einen Halbkreis umfaßt und deren feine Spitzen sich gegeneinander neigen. Nun wird die Sichel stets schmäler, die Spitzen rücken einander allmälig näher und fahren endlich plötzlich zusammen. Kurz vorher aber nimmt man getrennte Lichtpunkte wahr, welche von den Thälern und Bergen des Mondrandes herrühren. Die Berge verdecken nämlich das Sonnenlicht, während die Thäler den Anblick desselben gestatten, wodurch für uns einzeln stehende Lichtpunkte erscheinen. Doch sieht man sie blos kurze Zeit, worauf dieselben schnell zusammenfließen. Nach einigen Minuten zerreißt der Ring auf der gegenüber liegenden Seite, und die stattgefundenen Erscheinungen wiederholen sich in entgegengesetzter Reihenfolge. Uebrigens findet das magische Dunkel, welches sich bei totalen Sonnenfinsternissen zeigt, zwar ebenfalls statt, aber natürlich nur in viel geringerem Grade.

Viel auffallender gestalten sich dagegen die einzelnen Erscheinungen bei einer totalen Sonnenfinsterniß. Wo ein solches Phänomen wirklich total erscheint, da entsteht eine Dunkelheit ganz eigener Art, die weder mit der Dämmerung, noch mit dem Dunkel der Nacht sich vergleichen läßt. Der Himmel erscheint ziemlich grünlich-grau, die größern Fixsterne und die Planeten Jupiter und Venus, wenn sie eben über dem

Horizonte stehen, zeigen sich dann dem bloßen Auge; die ganze Umgegend schimmert in einem mattgrauen Lichte; einzelne am Himmel stehende Wolken erhalten grünliche Ränder, die Luftwärme nimmt merklich ab, ein schwacher Wind erhebt sich; die schwarze Mondscheibe ist von einem lebhaft glänzenden weißen Lichtkranze, der sogenannten Corona umgeben. Spuren dieses Ringes hat man auch schon bei blos nahe totalen Finsternissen bemerkt. Diese höchst merkwürdige, blos wenige Minuten hindurch sich darbietende Erscheinung erklärt Bessel aus einer Lichthülle, die auf 25 bis 35 Tausend geogr. Meilen die Sonne umgiebt und welche zu schwach ist, um unter gewöhnlichen Umständen neben dem Sonnenlichte gesehen zu werden, weil sie im Verhältniß zu diesem nicht stark genug, doch aber sogleich hervortritt, sobald die Sonne und zwar nur die Sonne durch einen vor sie tretenden Körper unserem Anblick entzogen wird. Das merkwürdigste Phänomen aber, welches sich bei den totalen Sonnenfinsternissen am 8. Juli 1842 und den 28. Juli 1851 gezeigt, sind die während der ganzen Dauer der totalen Verfinsterung an verschiedenen Stellen des Mondrandes erschienenen röthlichen Hervorragungen. Arago, Airy, Schumacher, Schidlowski u. A. bemerkten dieselben am 8. Juli 1842 zu ihrem größten Erstaunen. Schumacher's Mittheilung lautet wörtlich so: „Ich sah den Mond von einem farblosen Lichtkranze umgeben, der sich allmälig in das Grau des Himmels verlor; aber zugleich zeigte sich eine ganz unerwartete Erscheinung. Auf den ersten Blick glaubte man an drei Stellen des Mondrandes rothe Flammen hervorbrechen zu sehen; indessen bemerkte man nach ein paar Augenblicken ruhiger Betrachtung, daß in diesen scheinbaren Flammen keine Bewegung war. Sie erschienen vielmehr als zackige, im hellen rosenrothen Lichte strahlende Gipfel von Gletschern. Kurz vor dem Ende der totalen Finsterniß

Fig. 9.



erhob sich an dem Theile des Mondrandes, wo der erste Lichtfunken austreten sollte, eine schmale rosarothe Schicht; sie nahm beinahe $1/4$ des Mondrandes ein, die aber, als dieser Lichtfunke erschien, zugleich mit den rothen Flammen und dem Lichtkranze, der den Mond umgab, verschwand.“ Ganz ähnlich beschreiben die Beobachter am 28. Juli 1851 diese sonderbaren rothen Erhöhungen über dem Mondrande.

Auf hohen Bergen mit meilenweiter Aussicht oder auch auf sehr großen freien Ebenen kann man den Schatten des Mondes deutlich herankommen und über die Erdoberfläche hineilen, und dann, von tiefem Dunkel rings umhüllt, entfernte Berge, Ortschaften u. s. w. im hellsten Sonnenschein sehen. Eine interessante Beobachtung in dieser Beziehung hatte Lorenz in Lemberg Gelegenheit, während der totalen Sonnenfinsterniß den 19. November 1816 anzustellen. Arago hat eine in einem französischen Journal mitgetheilte Anekdote der Aufbewahrung werth gehalten, die so treffend diesen Zustand schildert, daß ich nicht umhin kann, Ihnen dieselbe mitzutheilen. Es hütete nämlich während der totalen Sonnenfinsterniß am 8. Juli 1842 ein armes Kind von der Gemeinde Sieyes seine Heerde. Da es von dem sich vorbereitenden Ereignisse nichts wußte, so bemerkte es mit großer Unruhe, wie der Himmel sich stufenweise verdüsterte; denn keine Wolke, kein Nebel gab ihm die natürliche Erklärung dieser Erscheinung. Als die Sonne plötzlich verschwand, fing das Kind im höchsten Grade beängstigt an zu weinen und um Hilfe zu rufen. Seine Thränen flossen noch, als die Sonne wieder ihre ersten Strahlen herabschoß. Bei

diesem Anblicke beruhigt, kreuzigte das Kind die Arme und rief aus: o schöne Sonne! — Auf die Thierwelt macht die plötzliche Dunkelheit ebenfalls einen sichtbaren Eindruck. Pferde und Ochsen am Pflug oder Lastwagen sollen entweder auf einmal still stehen, oder sich auf den Erdboden werfen. Ferner sollen Pferde, Kühe, Schafe und Ziegen, die auf der Weide zerstreut sind, beim Verschwinden des letzten Sonnenstrahls zusammenlaufen und sich Rücken an Rücken aufstellen, als gäbe es einen Kampf zu bestehen. Als der Astronom Louville in London die daselbst totale Sonnenfinsterniß im Jahre 1715 beobachtete, fingen, als die Sonne fast ganz verfinstert war, alle Hähne in der Stadt zu krähen an, schwiegen während der totalen Finsterniß und kräheten erst wieder einstimmig, als einige Sonnenstrahlen wieder hervortraten. Dasselbe geschah am 28. Juli 1851 an der preußischen Ostseeküste. Man hat ferner bemerkt, wie Hühner in den Stall flüchten, Enten den Teich verlassen, Schwalben und Tauben unruhig hin und her fliegen, ja endlich wie geblendet oder betäubt zur Erde herabsinken. Ferner wähnen Fledermäuse und Eulen die Zeit ihrer Thätigkeit heranrücken zu sehen, verlassen ihre Schlupfwinkel und fliegen nach Beute aus. Dagegen verstummt mit einem Male der Gesang der Vögel. Merkwürdig ist folgende Thatsache. Ein Jagdhund, dem man am Abende vor der großen Sonnenfinsterniß 1842 absichtlich nichts zu fressen gegeben hatte, ließ das Brod, welches man ihm beim Eintritte der totalen Verdunkelung vorgeworfen, dennoch unberührt liegen und fraß es erst dann mit großer Hast, als die ersten Sonnenstrahlen bereits wieder erschienen waren. Jemand bemerkte einst mit Verwunderung, daß Ameisen in ihrer geschäftigen Thätigkeit durch die Abnahme des Tageslichtes gehindert und ihr Gang langsamer wurde. In dem Augenblcke, wo die Sonne verschwand, konnte er ungeachtet des schwachen Lich-

tes bemerken, daß die Ameisen plötzlich stehen geblieben waren, ohne die Lasten, welche sie eben trugen, im Stiche zu lassen. Ihre Unbeweglichkeit hörte auf, sobald das Tageslicht wieder eine gewisse Helligkeit erlangt hatte, und nunmehr marschirten die Ameisen weiter. Etwas Aehnliches hinsichtlich der Ameisen geschah am 28. Juli 1851 in Wien. Auch das Verhalten verschiedener Pflanzen ist auffällig. Winden, Mimosen und andere für das Licht sehr empfängliche Pflanzen hat man sich schließen und einige Zeit nach der totalen Finsterniß sich wieder öffnen sehen. In Frankreich wurde 1842 gleich nach der totalen Dunkelheit ein so stark gefallener Thau beobachtet, daß man kleine Tropfen an den Rändern der Pflanzenblätter hat wahrnehmen können. Das Thermometer fängt an zu sinken, es erhebt sich der sogenannte Finsternißwind, der über die Erdoberfläche in gleicher Richtung mit dem Laufe der Finsterniß hinwehet, und also bei der Sonnenfinsterniß am 28. Juli 1851 von NW herkam.

Endlich muß ich noch ein schönes Phänomen Ihnen mittheilen. Man hat nämlich während der totalen Finsterniß 1842 auf freien Plätzen leichte Schatten in zitternder Bewegung vorüberziehen sehen, ähnlich den Wellen eines Landsees, die durch einen schwachen Wind erregt parallel auf einander folgen. Diese vorüberziehenden Schatten zeigten sich in verschiedenen Farben; es gab rothe, gelbe, blaue und weiße Schatten, welche sogar die Aufmerksamkeit der Kinder fesselten, die ihnen nachliefen und sie wie bunte Schmetterlinge zu erhaschen suchten.

Wohl könnte ich noch so Manches erwähnen, was vielleicht für Sie von Interesse sein dürfte. Allein ich muß nun befürchten, daß mein Vortrag Ihre gütige Aufmerksamkeit bereits zu lange in Anspruch genommen habe.

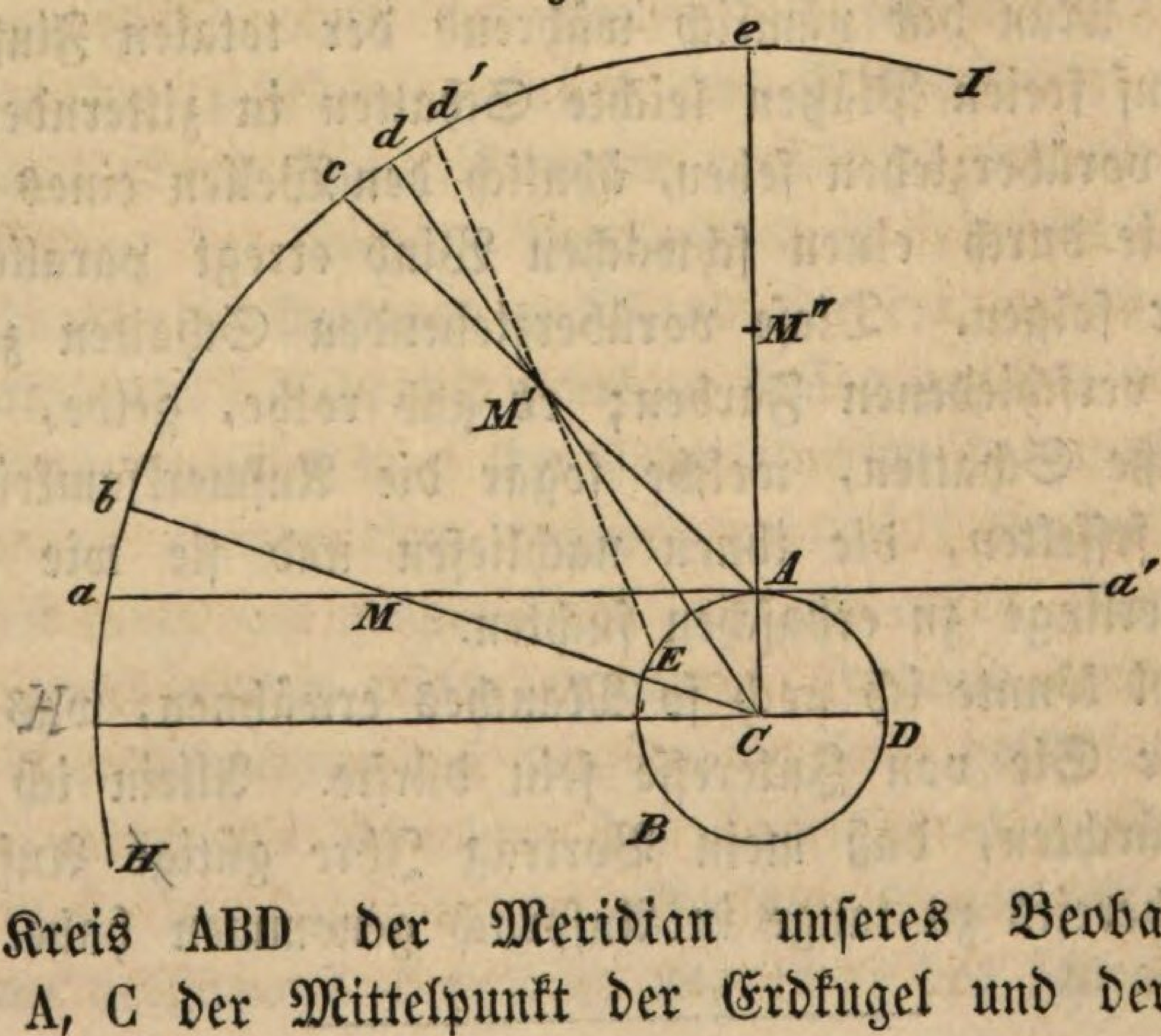
Zehnter Vortrag.

Parallaxe. — Entfernung der Fixsterne.

In der Astronomie werden so manche aus der griechischen und lateinischen Sprache entlehnte Kunstausdrücke angewendet, welche den Vortheil gewähren, sich kurz ausdrücken zu können. Indessen würde dieser wissenschaftliche Gebrauch, wenn von ihm nicht eine nähere Erläuterung gegeben würde, ein großes Hinderniß für uns sein, in unserm nur populären Studium der Astronomie sicher und klar fortzuschreiten. So z. B. müssen wir erst zu erfahren suchen, was Parallaxe, wahre und mittlere Sonnenzeit, Sternzeit, Ellipse, Excentricität u. s. w. ist.

Ich werde also mit Ihnen jetzt einige einfache geometrische Betrachtungen anstellen müssen, damit Sie eine klare Vorstellung von dem erhalten, was die Astronomen durch das Wort Parallaxe bezeichnen. Es sei

Fig. 10.



der Kreis ABD der Meridian unseres Beobachtungsortes A, C der Mittelpunkt der Erdkugel und der Kreis-

bogen H I ein Stück der als unendlich entfernt angenommenen Himmelskugel; in M stehe der Mond. aAa' ist dann der scheinbare, HCD aber der wahre Horizont von A. Steht nun der Mond in M, so geht er für A auf und wird an der Himmelskugel da gesehen, wo der Stern a stehet. Vom Mittelpunkte C der Erde aus würde man den Mond M in der Richtung CMb, also am Himmel in b erblicken. Nun werden Sie leicht einsehen, daß der Winkel AMC oder der ihm gleiche Winkel aMb den Unterschied der Richtungen CM und AM angeben wird; es heißt dann der Winkel AMC die Horizontalparallaxe des Punktes M, weil sie für den Augenblick, da das Gestirn in M für A aufgehet, den Unterschied der Richtungen angiebt, nach welchen das Gestirn M von C und A aus gesehen wird. Die Größe der Horizontalparallaxe wird offenbar durch den Bogen ab bestimmt.

Es stehe nun der Mond in M', so wird M' von A aus in der Richtung AM'C, folglich an der Himmelskugel in c gesehen, folglich auch der durch den Bogen ac gemessene Winkel cAa die Höhe des in M' befindlichen Mondes angeben. Ein im Mittelpunkte C der Erde stehender Beobachter würde jedoch das Gestirn nach der Richtung CM'd, folglich am Himmel in d erblicken. Sie werden nun begreifen, daß der Winkel AM'C oder der ihm gleiche Winkel cM'd den Unterschied der Gesichtslinien CM' und AM' angeben wird; es heißt dann der Winkel AM'C die Höhenparallaxe von M', weil sie für den Augenblick, wo das Gestirn in M' sich befindet, den Unterschied der aus C und A wahrgenommenen Höhen des in M' stehenden Gestirns angiebt. Die Größe der Höhenparallaxe zur Zeit, wo das Gestirn in M' steht, wird offenbar durch den Bogen cd bestimmt. Es stehe endlich ein Gestirn, z. B. der Mond, in M'', also im Zenith von A, so würde auch für einen Be-

obachter in C der Mond im Zenith stehen, da die Richtungen AM'' und CM'' des Sehens von A und C aus nach M'', offenbar zusammenfallend, auf denselben Punkt des Himmels zulaufen. Hier wird also der Mond, in M'' stehend, keine Parallaxe haben, folglich verschwindet für eine Höhe von 90° oder im Zenith die Höhenparallaxe, oder sie ist Null. Denken Sie sich ferner zwischen M und M', so wie zwischen M' und M'', noch mehrere Oerter des Mondes, d. h. noch mehrere Höhen für denselben, und nach allen diesen Punkten von C und A aus die Gesichtslinien gezogen, und dann die hierdurch am Himmel entstandenen kleinen Bogen, wie sie in obiger Figur z. B. durch ab und cd bereits vorhanden sind — ihren Graden nach bestimmt, so werden Sie, da diese Bogen die Parallaxen ausdrücken, offenbar finden, daß die Horizontalparallaxe die größte von allen Höhenparallaxen sei, und daß die letztern für die Höhen von 0° bis 90° allmälig abnehmen, bis im Zenith die Höhenparallaxe selbst verschwindet. Die Astronomen pflegen die Horizontal- und Höhenparallaxen eines Gestirns die tägliche Parallaxe desselben zu nennen.

Durch einiges Nachdenken werden Sie ferner leicht finden, daß alle Gestirne, die nicht unendlich weit von der Erde entfernt sind, eine Horizontal- und Höhenparallaxe haben müssen. Ist außer A ein Ort E, auf der Erdoberfläche in dem Meridiane von A gelegen, als zweiter Beobachtungsort angenommen, so erhellet leicht, daß der z. B. in M' stehende Mond gleichzeitig von A und E aus gesehen, eine Parallaxe cd' zeigen müsse weil die bis an den Himmel verlängerten Richtungen AM' und EM' des Sehens an diesem auf verschiedene Punkte c und d' treffen müssen. Man nennt den Bogen cd' oder den Winkel cM'd' die Ortsparallaxe des Gestirns M' für die Beobachtungs-

orte A und E. Auch hier können Sie sich bald überzeugen, daß für dieselbe Höhe eines Gestirns dessen Ortsparallaxe desto größer sein muß, je weiter zwei in einerlei Meridiane befindliche Beobachtungsorte von einander entfernt liegen.

Wenn man aus vielen, zu diesem Zwecke besonders angestellten Beobachtungen den die Horizontalparallaxe des Gestirns M gebenden Winkel CMA (s. Figur 10.) sorgfältig bestimmt hat; so kann man, da CA der bekannte Halbmesser der Erdkugel ist, das bei A offenbar rechtwinklige Dreieck MAC zeichnen, indem Winkel MCA gleich 90° weniger Winkel AMC ist. Stellt CA die Länge von 860 geogr. Meilen im verjüngten Maaßstabe dar, und legt man in A einen rechten Winkel, in C aber den Winkel ACM an, so wird sich das Dreieck MAC von selbst, also auch die gesuchte Entfernung CM des Gestirns M vom Mittelpunkte C der Erde ergeben und zwar in, geographische Meilen vorstellenden, Theilen des gebrauchten verjüngten Maaßstabes. Eben so ist klar, daß, wenn CM bekannt wäre, der Halbmesser CA der Erde hierdurch gefunden werden könnte. Sie ersehen also hieraus sehr deutlich den großen Nutzen der genauen Kenntniß der Horizontalparallaxen der Gestirne. Es versteht sich übrigens wohl von selbst, daß der Weg mittels Rechnung noch genauer, als der durch Zeichnung, zum gesuchten Resultat gelangen lassen müsse.

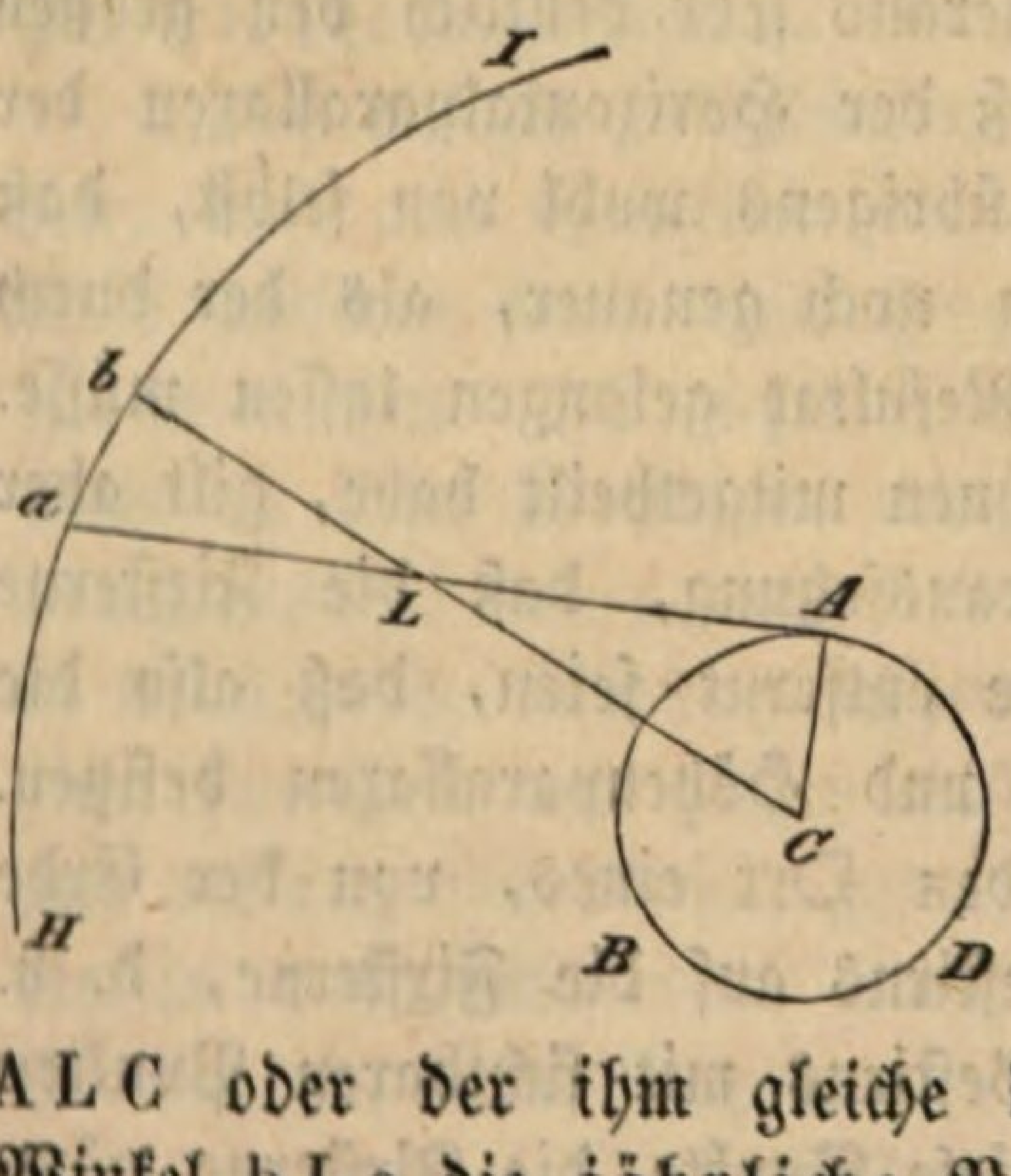
Alles was ich bisher Ihnen mitgetheilt habe, gilt aber freilich nur unter der Voraussetzung, daß die Fixsterne unendlich weit von der Erde entfernt seien, daß also die Fixsterne keine Horizontal- und Höhenparallaxen besitzen. Denn ich bezog bisher jeden Ort eines, von der Erde nicht gar weit entfernten Gestirns auf die Fixsterne, d. h. ich verglich den Ort des Gestirns mit sichtbaren Punkten des Himmels. Daß aber diese Punkte, die Fixsterne näm-

lich, wirklich keine tägliche Parallaxe haben, ist ohne Weiteres sogleich erwiesen, sobald wir, was nun jetzt geschehen soll, uns überzeugen können, daß die Fixsterne auch keine (sogenannte) jährliche Parallaxe haben.

Wenn die Astronomen gefunden haben, daß die Erde in einem Kreise von 41 Millionen Meilen im Durchmesser um die Sonne läuft, so sollte man glauben, daß eine so große Verschiedenheit des Ortes der Erde im Weltraume zu zwei, 6 Monate von einander verschiedenen Zeiten sich an den Fixsternen leicht erkennen lassen müßte. Daher bemüheten sich seit Copernicus die Astronomen, die durch eine so gewaltige Veränderung des Standpunktes der Erde entstehenden Veränderungen des gestirnten Himmels zu entdecken und durch die genauesten Beobachtungen zu bestätigen, jedoch stets vergeblich! Die geschicktesten praktischen Astronomen jeder Zeit haben mit ihren besten Instrumenten auch nicht die geringste Spur solcher Veränderungen entdecken können.

Sei in vorstehender Figur der Kreis ABD die Erdbahn,

Fig. 11.



C die Sonne, der Bogen HI ein Stück der Himmelssphäre, und in L stehe der Mond oder ein Planet. CA sei der $20\frac{1}{2}$ Mill. Meilen große Halbmesser der Erdbahn. Wenn nun die Erde in A stehet, so sieht man von ihr aus das Gestirn L in a, von der Sonne C aus jedoch in b. Es wird dann der Winkel ALC oder der ihm gleiche durch Bogen ab gemessene Winkel bLa die jährliche Parallaxe des Mondes oder

Planeten L genannt. Wirklich zeigen der Mond und alle Hauptplaneten eine jährliche Parallaxe, d. h. man kann bestimmen, wie viel die scheinbare Größe des Halbmessers der Erdbahn, von ihnen aus betrachtet, beträgt. Hieraus ersehen Sie nun offenbar, daß die Größe des Winkels A L C, wenn die Entfernung des Gestirns L von der Sonne C zunimmt, abnehmen oder kleiner werden und endlich ganz verschwinden müsse, sobald das Gestirn L so weit entfernt ist, daß für dasselbe die Länge A C nur noch als ein Punkt vorkommt. Wirklich verhält sich Letzteres nun eben so mit den Fixsternen. Denn die Astronomen haben gefunden, daß, wenn in L (s. obige Figur 11) ein Fixstern stehet, ungeachtet der schon an und für sich bedeutenden Größe (20½ Mill. Meilen) des Halbmessers C A der Erdbahn dennoch der Winkel A L C verschwindend klein sei, und daß folglich statt des Dreiecks L A C nur noch eine gerade Linie C L stattfinde, da A L mit C L zusammenfällt. Sonach existirt keine jährliche Parallaxe der Fixsterne, mithin noch weit weniger eine tägliche Parallaxe derselben, da der Halbmesser der Erdkugel sehr nahe 24 Tausend Mal kleiner als der Halbmesser der Erdbahn ist.

Weil nun aber die uns fast unendlich näher, als die Fixsterne stehenden Planeten wirklich eine jährliche Parallaxe zeigen, so ist auch hierdurch die Bewegung der Erde um die Sonne außer allen Zweifel gesetzt.

Die ersten zuverlässigen Beobachtungen zur Bestimmung der Parallaxe der Fixsterne stellte Bradley an, indem er Sterne beobachtete, die seinem Zenith sehr nahe vorübergingen. Dieser treffliche Beobachter fand jedoch ganz unerwartet zwei andere gewisse Bewegungen der Fixsterne, nämlich die Aberration und Nutation. Vor ungefähr 40 bis 50 Jahren versuchten Piazzi zu Palermo und Calandrelli zu Rom durch sehr genaue Beobachtungen im Scheitelpunkte

die Frage über die Parallaxe der Fixsterne zu beantworten; allein später hat Bessel (in Königsberg) gezeigt, daß es weit sicherer sei, solche Sternenpaare, die nahe dieselbe Abweichung haben, dagegen in der geraden Aufsteigung um 180 Grade von einander entfernt sind, zu wählen, weil für diese Sterne die Zeiten, wo ihre Parallaxen am kleinsten und größten sein müßten, nahe ein halbes Jahr aus einander liegen. Endlich hat der Sohn des berühmten Herschel vorgeschlagen, Doppelsterne zu beobachten, nämlich solche Sterne, die von der Erde aus gesehen ganz nahe bei einander zu stehen scheinen, vorausgesetzt freilich, daß diese Nähe auch wirklich nur scheinbar sei. Dieser Vorschlag nun beruhet darauf, daß eine Ortsveränderung der Erde nothwendig auch eine Aenderung der scheinbaren Distanz zweier Doppelsterne zur Folge haben werde. Es ergiebt sich hieraus zwar leicht, daß man durch diese Bestimmungsmethode der Fixsternparallaxen nicht diejenigen Fehler zu befürchten hat, welchen alle Zenithal- und Rectascensionsbeobachtungen unterworfen sind; auch ist man bei Beobachtungen der Doppelsterne von der Strahlenbrechung, diesem großen Hindernisse feiner Observationen, gänzlich unabhängig. Aber dafür fragt es sich wieder, ob die beobachteten Doppelsterne wirklich nur scheinbar, also vielmehr in sehr verschiedenen Entfernungen von der Erde hinter einander stehen, und ob sie außerdem keinen andern Bewegungen unterworfen sind. Und diese Fragen sind allerdings in neuester Zeit mit desto größerm Rechte aufzuwerfen, als es sich nunmehr durch die genauesten Messungen bestätigt hat, daß die meisten Doppelsterne wirklich nahe bei einander stehen, also keinesweges blos dem Scheine nach Doppelsterne sind, und daß diese Sterne nicht nur einen Lauf um einander, sondern sogar selbst eine gemeinschaftliche fortschreitende Bewegung im Weltraume zeigen.

Erst in neuester Zeit ist man zu gewissen Ergebnissen gelangt. Seit 1836 suchte v. Struve die Parallaxe des Doppelsterns α Leier zu bestimmen und fand $^{261}/_{1000}$ als jährliche Parallaxe desselben. Besonders aber hat Bessel den Stern 61 Schwan sehr genau untersucht; er verglich diesen merkwürdigen Doppelstern mit zwei andern kleinen Sternen 10. Größe und fand $^{346}/_{1000}$ als jährliche Parallaxe des Sterns 61 Schwan, woraus für denselben eine mittlere Entfernung von der Sonne gleich 13,500,000 Millionen geogr. Meilen folgt. Diese ungeheure Entfernung zu durchlaufen braucht das Licht 10 Jahre; wenn ein Dampfwagen täglich 200 Meilen zurücklegte, so würde er doch nahe 200 Millionen Jahre brauchen, um bis zum Sterne 61 Schwan zu gelangen. Dieser Doppelstern ist also der erste Stern des Himmels, dessen Entfernung von uns wir mit einiger Bestimmtheit angeben können, da die Grenze der Unsicherheit dieser Angabe noch nicht den zehnten Theil der ganzen Entfernung betrifft.

Elfter Vortrag.

Sternzeit. — Wahre und mittlere Sonnenzeit. — Uhren; Gang und Stand derselben.

Meine verehrten Zuhörer! Sie kennen die große Wichtigkeit der Zeit im öffentlichen und im Privatleben; aber in der Astronomie ist die Zeit ganz vorzüglich ein Gegenstand von der größten Bedeutsamkeit. Ich werde nun jetzt über dieselbe sprechen.

Schon im höchsten Alterthum hat man als das geeignetste Mittel, die Zeit zu bestimmen, die Sonne gewählt,

weil diese Tag und Nacht bedingt, der Tag zur Thätigkeit und die Nacht zur Ruhe bestimmt ist.

Die Eintheilung des Tages sowohl als der Nacht in 12 Stunden, scheint sehr alt zu sein. Später wurden unter der Benennung Tag beide, nämlich der Tag und die Nacht, zusammengenommen und so auch verstanden, wie es noch jetzt der Fall ist. Dieser Tag hat mithin 24 Stunden. Ehemals fingen die Juden und Athenienser den Tag mit Sonnenuntergang an; die Römer begonnen den Tag mit der Mitternacht, was seit einigen Jahrhunderten durch ganz Europa im öffentlichen Leben fortdauernd geschieht; nur in Italien werden noch jetzt die Stunden, von Sonnenuntergang anfangend, in einem fort bis 24 gezählt.

Weil dem Begriffe nach die Zeit nur gleichförmig fort und fort gehet, so muß auch das Maaß der Zeit irgend eine gleichförmige Bewegung sein, als welche sich die tägliche scheinbare Umdrehung des gestirnten Himmel, d. h. also die Rotation der Erdkugel anbietet. Denn man hat gefunden, daß dieselbe schon seit den allerältesten Zeiten Tag für Tag mit der vollkommensten Gleichförmigkeit vor sich gehet. Die Astronomen haben daher, weil sie gefunden, daß die Bewegung der Sonne nicht gleichförmig ist, mit vollem Rechte die tägliche Umdrehung des Himmels als Grundmaaß der Zeit gewählt.

Um die Dauer einer einmaligen Umdrehung des Himmels genau zu erhalten, wähle man irgend einen Fixstern. Dann wird die von einer Culmination desselben bis zu seiner nächsten Culmination verflossene Zeit die Dauer der einmaligen Umdrehung des Himmels, d. h. die Länge des Sterntages geben. Die Astronomen haben jedoch statt eines Sterns den Frühlings-Nachtgleichenpunkt gewählt. Zwar ist derselbe durch nichts am Himmel kennbar; indessen haben die Astronomen ein einfaches Mittel, ihn

stets durch einen Fixstern leicht und genau zu finden. Man nennt nun die Zeit zwischen zwei sich zunächst folgenden Culminationen des Frühlings-Nachtgleichenpunktes einen Sterntag, der in dem Augenblicke einer Culmination des Frühlings-Nachtgleichenpunktes (0^{o} ♈) beginnt und in der nächsten Culmination desselben aufhört. Der Sterntag wird in 24 gleiche Theile getheilt, Sternstunden genannt. Jedes Mal, wenn 15 Grade des Aequators, in welchem ja auch 0^{o}♈ liegt, durch den Meridian gegangen sind, ist eine solche Sternstunde verflossen. Wenn also 15, 30, 45, u. s. w. und endlich 360 Grade des Aequators den Meridian passirt haben, so sind auch 1, 2, 3, u. s. w. und endlich 24 Stunden des Sterntages verflossen.

Die gleichförmig fortschreitende Zeit kann nun aber offenbar auch durch jede gleichförmige Bewegung gemessen werden, welche wir hervorzubringen im Stande sind. Unsere Räderuhren sind bekanntlich solche Maschinen, die eine gleichförmige Bewegung besitzen können. Indessen kann man von deren vollkommnen gleichförmigem Gange erst dann versichert sein, sobald man sie mit der großen Weltuhr, d. h. mit der gestirnten Himmelskugel verglichen hat, da deren tägliche scheinbare Umdrehung, wie wir schon wissen, mit der vollkommensten Gleichförmigkeit stattfindet. Wäre jedoch die Dauer dieser Umdrehung, nämlich die Rotation unserer Erdkugel, nicht vollkommen beständig, so würde freilich die ganze beobachtende und rechnende Astronomie sich in ein Nichts auflösen. Alle Zeitrechnung, unser ganzes Kalenderwesen, folglich auch die Anordnung und Aufeinanderfolge aller Geschäfte des Lebens würden in die größte Verwirrung gerathen, sobald nicht ein Tag dem andern gleich bliebe. Glücklicher Weise aber überzeugt man sich, daß, mit je bessern Instrumenten und Uhren die Beobachtungen auf die sorgfältigste Weise angestellt werden, die

Dauer der einmaligen Umdrehung des Himmels, also die Dauer des Sterntages, immer genau dieselbe ist und bleibt.

Die Sternzeit wird von den Astronomen vorzugsweise gebraucht, weil, wenn man die Culminationszeit irgend eines Fixsterns in Grade, Minuten und Secunden verwandelt, man dadurch die Rectascension eben dieses Fixsterns erhält. Wenn also die Culmination eines Fixsterns beobachtet und die Zeit notirt wird, welche eine nach Sternzeit richtig gestellte und genau gehende Uhr in dem Augenblicke der Culmination zeigt, so giebt diese in Grade u. s. w. verwandelte Beobachtungszeit sofort die gesuchte Rectascension des beobachteten Sterns. Wenn aber die Culmination eines Fixsterns von bekannter Rectascension beobachtet wird, so muß in dem Augenblicke der Culmination die Uhr die Stunde, Minute und Secunde weisen, welche man erhält, wenn man die genau bekannte Rectascension des beobachteten Sterns in Zeit verwandelt. Es hat folglich der Gebrauch der Sternzeit und der die Sternzeit zeigenden Uhren für den Astronomen den doppelten Nutzen, aus der beobachteten Sternzeit der Culmination eines Fixsterns dessen Rectascension und umgekehrt, aus der beobachteten Culmination eines Fixsterns von bekannter Rectascension die Sternzeit der Beobachtung zu finden. Es werden daher auch in den meisten Sternkatalogen die Rectascensionen der Fixsterne in Zeit und nicht in Bogen ausgedrückt, wodurch eine größere Bequemlichkeit hinsichtlich des Gebrauchs eines solchen Sternkataloges erlangt wird.

Da die Tage nicht stets von gleicher Dauer bleiben und die Mittagshöhe der Sonne täglich sich ändert, diese Mittagshöhe jedoch eben so lange nach dem Aufgange der Sonne als vor Untergang derselben stattfindet, so hat man den Zeitpunkt dieser Mittagshöhe den Mittag genannt.

Jetzt nennt man den Augenblick, wo der Mittelpunkt der Sonne genau in den Meridian eines Ortes tritt, den wahren Mittag dieses Ortes, zum Unterschiede von dem mittlern Mittage, den ich später erwähnen werde. Die Zeit nun, welche von einem wahren Mittage zum andern verfließt, heißt der wahre Sonnentag, dessen Anfang und Dauer folglich von dem Stande und Laufe der Sonne abhängt, und wird in 24 Stunden eingetheilt, die aber, als Theile des Sonnentages, eben so wie dieser von ungleicher Länge zu verschiedenen Zeiten des Jahres ausfallen müssen, was seinen Grund in der ungleichförmigen scheinbaren Bewegung der Sonne in der Ekliptik hat. Wahre Sonnenzeit ist also eine Zeitangabe, welche durch wahre Sonnentage und deren Stunden, Minuten u. s. w. ausgedrückt ist.

Die 24 Stunden des wahren Sonnentages entsprechen den 360 Graden, welche von der Sonne während eines wahren Sonnentages am Himmel durchlaufen werden. Rückt nämlich die Sonne, von ihrer Culmination an, aus dem Mittagskreise eines bestimmten Ortes der Erde um 15, 30, 45, u. s. w. Grade des Aequators des Himmels weiter gegen Westen fort, so ist es an dem gedachten Orte respect. um 1, 2, 3, u. s. w. Uhr wahre Sonnenzeit, die mithin diejenige Zeit ist, welche die Sonnenuhren mittels des Schattens angeben. Es beruht mithin die Construction und der Gebrauch der Sonnenuhren auf dem scheinbaren Laufe der Sonne am Himmel während eines Tages, weil dieser Lauf die veränderliche Lage des Schattens der von der Sonne beschienenen Körper erzeugt. Deshalb benutzte man schon in den ältesten Zeiten die stets sich ändernde Richtung des Schattens eines Stiftes auf irgend einer Fläche zur Zeitbestimmung. Ohne Sie jedoch mit einer umständlichen Angabe und weitläufigen Beschreibung der verschiedenen Sonnenuhren zu belästigen, will ich nur annehmen, daß man

eine auf einer Platte in verhältnißmäßig großer Dimension und mit sorgfältigster Genauigkeit verfertigte tragbare Horizontal-Sonnenuhr schon besitze. Sie stehen nun leicht ein, daß Sie alsdann mit einem solchen Apparate an jeder senkrechten Mauer oder auf irgend einer ebenen, horizontalen oder geneigten Fläche eine Sonnenuhr mit völlig hinreichender Zuverlässigkeit bequem entwerfen können. Diese Aufgabe ist für die Praxis die wichtigste, und zugleich der einzige Fall, wo Sonnenuhren in Ermangelung besserer Hilfsmittel zu einer genaueren Zeitbestimmung wesentlich nützen können. Man stelle zuerst die erwähnte Horizontaluhr vor der Mauer, auf der die verlangte Sonnenuhr verzeichnet werden soll, in einer kleinen Entfernung auf einen feststehenden Tisch, bringe ihre Ebene genau in horizontale Lage, und die zwölfte Stundenlinie in die Richtung des Meridians, so daß die Vormittagsstundenzahlen auf die Westseite zu liegen kommen. Hat man die Ueberzeugung, daß die so gestellte Horizontaluhr sich alsdann nicht mehr verrücken läßt, so befestige man in dem Fußpunkte des Weisers an diesen einen Faden, der bis an die Mauer reicht, spanne ihn gehörig und so, daß er genau dessen Richtung erhält, und mache den Faden an der Mauer fest. So wird der Fußpunkt des Zeigers für die neue Uhr und zugleich die Richtung des neuen Stils gefunden, der also in dieser Lage an der Mauer befestigt werden muß. Nachher bemerke man durch gerade Linien den Schatten des Weisers an der Mauerfläche für die Augenblicke, wo die von der Sonne beschienene Horizontal-Sonnenuhr die bestimmten Tagesstunden angiebt und schreibe endlich die Stundenzahlen hinzu. So ist nun die gewünschte Sonnenuhr an der Mauer vollendet.

Es kann jedoch die veränderliche Länge des wahren Sonnentages nicht als schickliches Maaß der Zeit betrach-

tet und angewandt werden, weil eine Räderuhr, die als Maschine ihrer Einrichtung nach nur eine gleichförmige Bewegung hat, natürlich nicht nach dieser Zeitart regulirt werden und sie angeben kann. Der Uebelstand ist freilich nur gering, indessen darf er dennoch nicht übersehen werden, weil er sich bei der jetzt so hoch gestiegenen Cultur im bürgerlichen Leben schon sehr fühlbar macht. Nun werden Sie, hochgeehrte Zuhörer, jedenfalls fragen, was dann als schickliches Grundmaaß der Zeit gewählt und angewandt werden soll, da die Sternzeit, die allerdings genau gleichförmig fortschreitet, für das bürgerliche Leben nicht gebraucht werden kann, indem, wie Sie bald von mir erfahren werden, der Anfang des Sterntages das ganze Jahr hindurch nach und nach auf andere Tages- und Nachtstunden unserer bürgerlichen Zeitrechnung fällt. Ich gebe Ihnen hierauf folgende Antwort. Weil keine andere, mit völliger Gleichförmigkeit stetig fortdauernde Bewegung der Natur bekannt ist, die Sonne jedoch in der Ekliptik ungleichförmig fortläuft, so haben die Astronomen ein sehr sinnreiches Mittel erdacht und dessen Anwendung für das öffentliche Leben vorgeschlagen. Dieses Mittel besteht in der sogenannten mittlern Sonnenzeit. — Ich will Ihnen jetzt einfach zeigen, wie die Astronomen auf dieselbe gekommen sind.

Es findet nämlich in Bezug auf die, von der sich um die Sonne wirklich bewegenden Erde aus wahrgenommenen, Erscheinungen des Sonnenlaufs keine Aenderung statt, sobald man nach dem gewöhnlichen Sprachgebrauche annimmt, die Erde ruhe und die Sonne laufe um jene. Weil nun die Sonne nicht zu allen Zeiten des Jahres gleichweit von der Erde entfernt ist, so muß sich die Sonne (den Kepler'schen Gesetzen gemäß) bald langsamer, bald schneller fortbewegen. Demungeachtet ist die ganze Zeit, während welcher die Sonne ihre Bahn um die Erde vollendet hat, stets

von derselben Dauer. Dagegen ist der wahre Sonnentag, wie ich schon erwähnt habe, von ungleicher Dauer, erstlich wegen des ungleichen Laufes der Sonne und zweitens, weil dieser Lauf in der Ekliptik, also in einer gegen den Aequator um $23\frac{1}{2}^{0}$ geneigten Richtung geschieht, welche folglich nicht die ist, nach welcher die scheinbare tägliche Umdrehung der Himmelskugel vor sich geht. Indessen sind die hieraus entstehenden Veränderungen der Dauer des wahren Sonnentages nicht sehr groß, kommen zu bestimmten Zeiten des Jahres regelmäßig zurück, und stellen sich am Ende eines jeden Jahres wieder her. Dies bringt nun glücklicher Weise die Möglichkeit hervor, unter den sämmtlichen veränderlichen wahren Sonnentagen einen mittlern, beständigen Werth aufzufinden, und diesen statt jenes wahren unbeständigen Sonnentages anzunehmen. Der Fehler dieser Annahme wird sich am Ende der Periode jedesmal wieder ausgleichen. Der nur erwähnte beständige Werth ist nun der sogenannte mittlere Sonnentag. Die Astronomen haben gefunden, daß die Umlaufszeit der Sonne um die Erde, in Beziehung auf die Nachtgleichenpunkte, also das tropische Jahr, 365 mittlere Sonnentage, 5 Stunden 48 Minuten und $50\frac{3}{10}$ Secunden betrage.

Der mittlere Sonnentag bleibt für immer von vollkommen gleicher Dauer; daher sind auch seine Stunden u. s. w. stets von gleicher Länge. Hiernach werden Sie leicht einsehen, daß man unter mittlerer Sonnenzeit stets eine solche Zeitangabe versteht, welche durch mittlere Sonnentage und deren Stunden u. s. w. ausgedrückt ist. Sie sehen außerdem leicht ein, warum die beständige Größe des mittlern Sonnentages als ein ganz schickliches Grundmaaß der Zeit gewählt werden, und die mittlere Sonnenzeit selbst zur Anwendung im bürgerlichen Leben gelangen konnte, obschon eine solche Zeit nur eine eingebildete, keinesweges durch die

Natur unmittelbar gegebene ist. Es läßt sich, um die Vorstellung des mittlern Sonnentages sich besser zu versinnlichen, annehmen, daß es außer der wahren, in der Ekliptik mit ungleicher Geschwindigkeit laufenden Sonne noch eine zweite, nämlich eine mittlere Sonne gebe, die nicht in der Ekliptik, sondern im Aequator mit stets gleichförmiger Geschwindigkeit sich dergestalt fortbewegt, daß sie mit der wahren Sonne immer zugleich durch das Frühlingsäquinoctium hindurch geht. Diese erdachte mittlere Sonne ist es folglich, deren stets gleiche Bewegung zwischen je zwei nächsten ihrer Culminationen oder mittlern Mittage in demselben Ortsmeridiane den beständigen mittlern Sonnentag begründet.

Weil nun aber blos die wirkliche Sonne beobachtet, zur Regulirung und Stellung der für das öffentliche Leben bestimmten Uhren dagegen nur die mittlere Sonne gebraucht, diese jedoch nicht wirklich am Himmel gesehen und beobachtet werden kann, weil sie nicht existirt: so haben die Astronomen genau ausgerechnet, wie weit beide Sonnen für jede Zeit von einander entfernt sind, d. h. also: um wie viel die wahre und die mittlere Sonnenzeit in jedem gegebenen Augenblicke von einander abweichen. Dann läßt sich stets aus der wahren Sonnenzeit die mittlere Sonnenzeit herleiten. Man nennt nun aber in der Astronomie den Unterschied zwischen der wahren und mittlern Sonnenzeit die Zeitgleichung, die in den astronomischen Ephemeriden und guten Kalendern gewöhnlich für den Augenblick des wahren Mittages eines jeden Tages im Jahre gegeben ist. In manchen Ephemeriden wird jedoch diese Zeitgleichung nicht selbst, sondern die mittlere Zeit im wahren Mittage angegeben. Ist die mittlere Zeit über 12 Uhr hinaus, so gehet sie der wahren Sonnenzeit voraus, ihr jedoch nach, sobald sie noch nicht volle 12 Stunden beträgt. Noch habe ich Ihnen zu bemerken, daß im Allgemeinen die Zeitglei-

chung alle Jahre für jeden Monatstag sich nahe gleich bleibt, wenigstens in allen denjenigen Jahren, die entweder Schaltjahre, oder das 1., oder das 2., oder auch das 3. Jahr nach einem Schaltjahre sind. Im Uebrigen beträgt der Unterschied stets nur wenige Secunden. Vom 1. Januar bis zum 15. April eilt die mittlere Zeit der wahren voraus, hierauf aber bleibt sie bis zum 15. Juni zurück; dann ist sie wieder bis zum 2. September größer, als die wahre Sonnenzeit, welche letztere vom 2. September bis zum 21. December der mittlern Zeit vorauseilt und vom 22. bis zum 31. December wieder zurückbleibt. Die mittlere Zeit weicht also viermal im Jahre am meisten von der wahren Zeit ab, nämlich um den 11. Februar, 15. Mai, Ende Juli und um den 4. November. Dagegen fällt die mittlere Zeit mit der wahren um den 15. April, 16. Juni, 2. September und 21. December gänzlich zusammen, während die Zeitgleichung um den 11. Februar und 4. November ungefähr eine Viertelstunde beträgt. Hiernach wird nun aber Ihnen völlig begreiflich sein, wie sehr gute Räderuhren mit einer solchen veränderlichen Zeit, wie die wahren Sonnentage nebst ihren 24 wahren Sonnenstunden sind, niemals auch nur erträglich übereinstimmen können. Eine Uhr, von welcher man allen Ernstes behauptet, sie gehe genau nach der Sonne, giebt es also nicht und kann es gar nicht geben, indem eine solche Pendel- oder Taschenuhr bei sonst wirklich gleichförmigem Gange zu manchen Zeiten des Jahres 1 bis 16 Minuten mehr oder weniger, als eine genau construirte und richtig aufgestellte Sonnenuhr, welche die wahre Sonnenzeit zeigt, weisen muß.

Darum ist seit Jahren schon in vielen größern Städten die sehr zweckmäßige Veranstaltung ins Leben getreten, von den Hauptthürmen der Stadt den mittlern Mittag kund zu thun, damit hierdurch alle Bewohner der Stadt die mitt-

lere Zeit hinreichend genau erfahren, und den Stand ihrer Gewicht= oder Taschenuhren nach Erfordern berichtigen können.

Ich habe ihnen bereits die Vergleichung der wahren und mittlern Sonnenzeit mit einander dadurch gegeben, daß die Dauer des tropischen Sonnenjahres, durch mittlere Sonnentage und durch Theile des mittlern Sonnentages ausgedrückt, mitgetheilt wurde. Es ist aber auch noch nöthig, die Sternzeit und mittlere Sonnenzeit mit einander zu vergleichen. Die Astronomen haben berechnet, daß 1) der Sterntag gleich ist 23 Stunden, 56 Minuten und $4^{9}/_{100}$ Secunden, in mittler Sonnenzeit ausgedrückt; und daß 2) der mittlere Sonnentag gleich ist 24 Stunden, 3 Minuten und $56^{55}/_{100}$ Secunden, in Sternzeit ausgedrückt. — Ziehet man die erstere Angabe von 24 vollen Stunden ab, so bleiben 3 Minuten und $55^{91}/_{100}$ Secunden, und um so viel mittlere Zeit culminirt jeder Fixstern am nächsten Tage eher als am vorigen. Mithin ist der Sterntag kürzer als der mittlere Sonnentag, nämlich um 3 Minuten und $55^{91}/_{100}$ Secunden. Hieraus folgt also von selbst, daß der Anfang des Sterntags, der in dem Augenblicke der Culmination des Frühlingsäquinoctiums beginnt, das ganze Jahr hindurch nach und nach in andere Tages= und Nachtstunden unserer öffentlichen, auf die mittlere Sonnenzeit begründeten Zeitrechnung fallen muß.

Der Umstand, daß der Sterntag etwas kürzer als der mittlere Sonnentag ist, macht nun eben den Gebrauch der Sternzeit für das öffentliche Leben ganz untauglich, weil ja die Geschäfte im öffentlichen Leben sich nach der Gegenwart der Sonne richten. Um jenen Ueberschuß über die 24 vollen Stunden, nämlich um 3 Minuten und $56^{55}/_{100}$ Secunden Sternzeit, culminirt die mittlere Sonne am näch=

sten Tage später, als am vorigen. Mithin ist der mittlere Sonnentag um 3 Minuten und $56^{55}/_{100}$ Secunden länger als der Sterntag.

Noch erlaube ich mir, meine geehrten Zuhörer, Ihnen auch das Vorzüglichste von den Gewicht- und Federuhren in der gedrängtesten Kürze mitzutheilen. Gewicht- und Federuhren unterscheiden sich bekanntlich blos darin wesentlich von einander, daß die Regulirung des Ganges der Gewichtuhren durch das Pendel, bei den Federuhren durch den sogenannten Balancier geschieht, und daß die bewegende Kraft dort das Gewicht, hier die Feder ist. Der Hauptzweck jeder für den Astronomen bestimmten Uhr ist ein stets vollkommen gleichförmiger Gang. Findet sich für eine Pendeluhr ein zu schneller Gang, so wird das Pendel derselben verlängert, hingegen verkürzt, wenn die Pendeluhr zu langsam gehet. Eine zu langsam gehende Taschenuhr wird mittels Vorwärtsschiebens der in ihr befindlichen Richtscheibe schneller laufen, weil jetzt die Spirale der Uhr etwas mehr verkürzt worden ist. Findet man dagegen, daß die Uhr zu schnell gehet, so muß die Richtscheibe zurückgeschoben werden, weil hierdurch die Spirale etwas mehr verlängert, folglich der Gang der Uhr langsamer wird. Uebrigens werden die auf Sternwarten befindlichen Gewichtuhren, welche entweder nach Sternzeit oder nach mittlerer Sonnenzeit gehen, Normaluhren oder astronomische Pendeluhren, die zu astronomischen Beobachtungen oder zur Erforschung der geographischen Länge auf Schiffen bestimmten Taschenuhren Chronometer oder Timekeepers genannt. Bei jeder guten Uhr, dieselbe mag nach mittlerer Sonnenzeit oder nach Sternzeit gehen, ist nun der Gang und der Stand der, durch sie anzugebenden Zeit stets zu berücksichtigen. Der Gang ist der Unterschied, der zwischen einer, durch die Uhr gegebenen, gewissen Zeitdauer und der nämlichen, durch

die wirkliche mittlere Sonnenzeit oder Sternzeit gegebenen Zeitdauer sich ergiebt. Man spricht gewöhnlich von dem 24 stündigen Gange einer Uhr. Der Stand ist der Unterschied, der zwischen einer, durch die Uhr gegebenen, Zeitepoche und der nämlichen, durch die wirkliche mittlere Sonnenzeit oder Sternzeit gegebenen Zeitepoche sich herausstellt. Uebrigens ist der Stand einer Uhr mit dem Fehler derselben einerlei.

Es würde meinen heutigen Vortrag zu weit ausdehnen, auch sonst unpassend sein, wenn ich Sie damit näher bekannt machen wollte, wie der Gang und Stand einer Pendeluhr oder eines Chronometers aus Beobachtungen hergeleitet werden kann; dies lehrt die praktische Astronomie. Da überdies derartige Bestimmungen Geschicklichkeit im Beobachten und im Berechnen der wegen der Zeiterforschung angestellten Beobachtungen erfordern, weshalb man auch praktische Anleitung sich zu verschaffen suchen muß, so muß ich Sie wie bereits erwähnt, auf das Studium der praktischen Astronomie verweisen, und beschließe daher für heute die weitere Betrachtung des besprochenen wichtigen Gegenstandes.

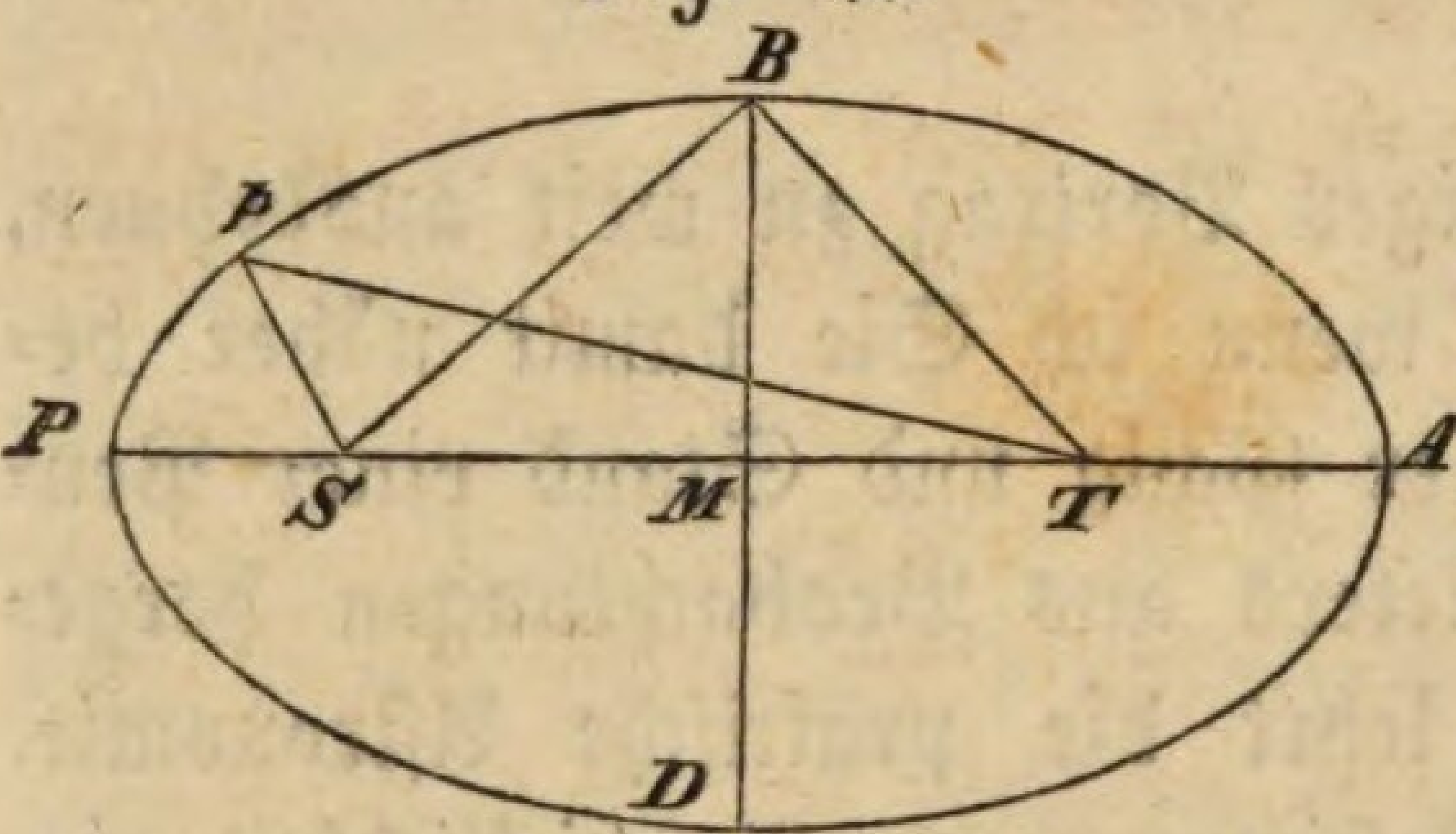
Zwölfter Vortrag.

Die Ellipse. — Keplers Gesetze. — Elemente einer Planetenbahn.

Die Bahnen der Planeten, Monde und Kometen sind, wie Sie von mir hören werden, der Gegenstand mancher geometrischen Betrachtungen. Die Bahnen der genannten Weltkörper sind länglich rund, d. h. mehr oder weniger elliptisch. Eine Ellipse aber ist eine solche geometrische Figur PBADP, die zwei sich im M rechtwinklich durchschneidende

Axen PA und BD hat, wo PA die große Axe und BD die kleine Axe, M aber der Mittelpunkt der Ellipse genannt wird, und außerdem zwei in der großen Axe PA liegende, vom Mittelpunkte M gleich weit abstehende Punkte S und T, die Brennpunkte (der Ellipse) hat, von der Eigenschaft, daß, wenn man im Umfange der Ellipse irgend einen Punkt p annimmt, und nach diesem aus den beiden Brennpunkten S und T die geraden Linien Sp und Tp zieht, alsdann diese beiden Linien Sp und Tp zusammengenommen stets so groß sind, als die große Axe PA; also auch SB und TB zusammen so groß, wie PA. Ferner ist SB so groß wie TB, d. h. SB sowohl als TP gleich der halben großen Axe PM oder AM, d. h. die mittlere Entfernung eines Planeten von der Sonne ist gleich der halben großen Axe seiner Bahn. Die Linie SM oder TM drückt durch ihre Länge die Excentricität der Ellipse aus. Endlich wird der von P an gerechnete Winkel TSp die wahre Anomalie des Planeten genannt.

Fig. 12.

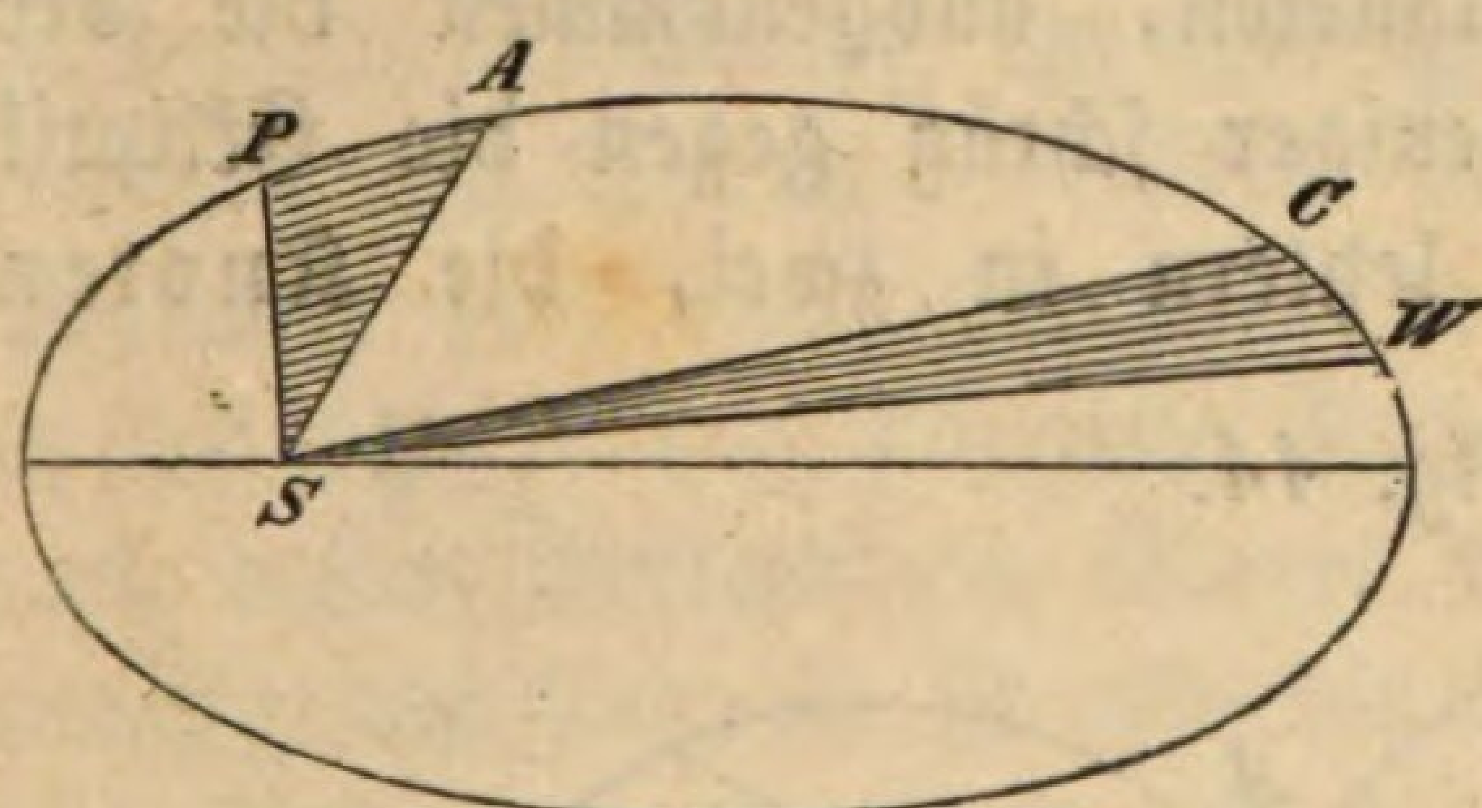


Die elliptischen Planetenbahnen haben, wie Kepler gefunden hat, drei sehr merkwürdige Eigenschaften, die wegen ihrer Berühmtheit, da sie den Namen Kepler'sche Gesetze führen, hier von mir, wenigstens in der Hauptsache, Ihnen erklärt zu werden verdienen. Kepler hat gefunden, daß die Planetenbahnen einen Brennpunkt S gemeinschaftlich haben, und daß derselbe von der Sonne eingenommen werde. Man nennt dies das erste Kepler'sche Gesetz. Ein von der Sonne S aus nach dem Planeten p (s. w. o. Figur 12) gezogener Grad heißt dann der Leitstrahl (Radius Vector) des Planeten. Steht der Planet in P, so hat er offenbar

die kleinste Entfernung PS von der Sonne, und der Punkt P heißt daher die Sonnennähe (das Perihel); steht ferner der Planet in A, so hat er offenbar die größte Entfernung AS von der Sonne, und der Punkt A heißt daher die Sonnenferne (das Aphel). Steht endlich der Planet in B oder in D, so befindet er sich in der mittlern Entfernung (BS oder DS) von der Sonne.

Das zweite Kepler'sche Gesetz lautet: die Planeten durchlaufen in gleichen Zeiten auch gleiche Flächenräume. Angenommen z. B., ein Planet durchlaufe binnen 8 Tagen von A aus nach P den Theil AP seiner Bahn und somit auch den vom Bogen PA und den Leitstrahlen SA, SP eingeschlossenen Flächenraum, so muß er, dem eben erwähnten zweiten Kepler'schen Gesetze zufolge, in derselben

Fig. 13.



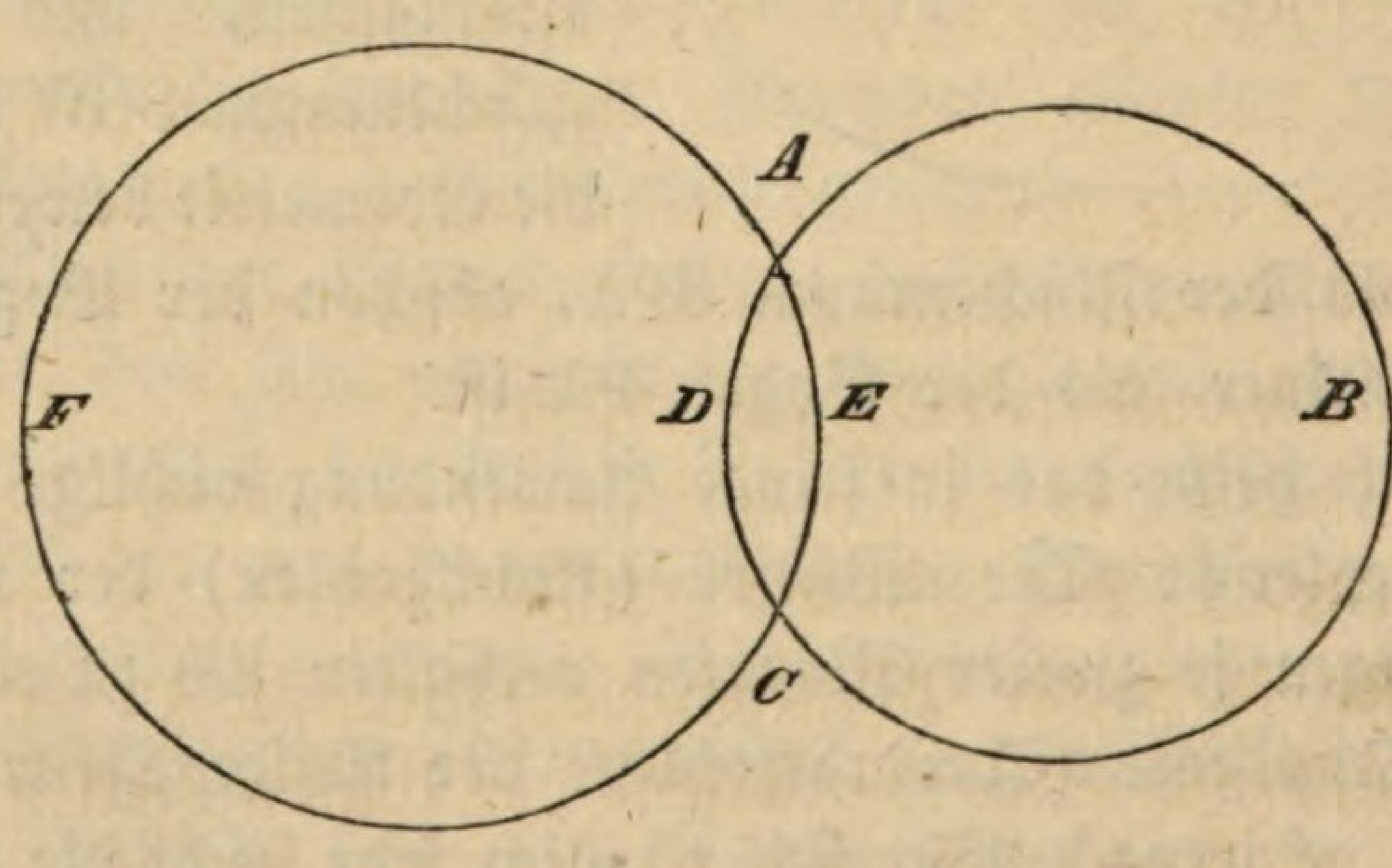
Zeit, wenn er von W aus nach C gelangt, den vom Bogen CW und den Leitstrahlen SW, SC eingeschlossenen Flächenraum, durchlaufen, und dieser Flächenraum SCW ist, wie die Geometrie beweist, eben so groß als der Flächenraum SPA, obschon der Bogen CW offenbar kleiner, als der Bogen PA ist.

Endlich heißt das in seiner Anwendung wichtige dritte Gesetz Kepler's: Die Würfel (Kubikzahlen) der mittlern Entfernungen je zweier Planeten verhalten sich zu einander, wie die Quadrate (Quadratzahlen) der Umlaufszeiten dieser Planeten. Hiernach läßt sich nämlich sehr leicht die mittlere Entfernung irgend eines Planeten von der Sonne berechnen, wenn dessen Umlauf bekannt ist.

In Betracht des Laufes eines Planeten in seiner Bahn habe ich Ihnen besonders zu bemerken, daß in P (s. die

Figur 12.) der Lauf dieses Planeten am schnellsten ist, da er hier am stärksten von der Sonne angezogen wird, in A dagegen sein Lauf am langsamsten ist. Je mehr sich also der Planet von dem Punkte P entfernt, desto mehr vermindert sich die Geschwindigkeit seines Laufes. Hat er aber den Punkt A einmal überschritten und nähert sich nun wieder dem Punkte P, so nimmt seine Geschwindigkeit in demselben Verhältnisse wieder zu, in welchem sie vorher abnahm, bis sie in P wieder den höchsten Grad erreicht. Dieses Verhältniß ist auch die Ursache, warum die Länge des Tages bei uns im Winter geschwinder zunimmt, als sie im Sommer abnimmt, denn die Erde befindet sich im Anfange des Winters in P, d. h. in der Sonnennähe. Uebrigens hat der Planet sowohl in B als in D offenbar eine mittlere Geschwindigkeit seiner Bewegung. — Die Bahn eines jeden Planeten, ausgenommen die der Erde, liegt mehr oder weniger schräg gegen die Ekliptik und durchschneidet folglich letztern in zwei, die Knoten

Fig. 14.



der Bahn genannten Punkten A und C. Sei nämlich FAECF die in der Ebene des Papiers liegende Ekliptik, DABCD die Bahn eines Planeten, so daß ADC über, CBA unter der Ebene des Papiers liegend gedacht werden.

Ich komme nun zu der Erklärung, was man unter dem Knoten und der Neigung der Bahn versteht. Der Punkt A, von welchem aus der Planet über die Ekliptik nordwärts sich bewegt, heißt der aufsteigende Knoten (☊), und der Punkt C, von welchem aus der Planet unter die Ekliptik südwärts sich bewegt, heißt der niedersteigende Knoten der Bahn (☋). Ferner wird der Winkel, welchen die Ebene der Planetenbahn mit der Ebene der Ekliptik macht, die Neigung der Planetenbahn genannt. Mit Ausnahme der erst in diesem Jahrhundert entdeckten, zwischen Mars und Jupiter befindlichen kleinen Planeten, übersteigen die Neigungen der übrigen Planetenbahnen keine 8 Grade. Diese Planeten also verlassen niemals den Thierkreis der Alten. — Uebrigens bewegen sich alle Hauptplaneten in der Richtung von Westen nach Osten um die Sonne, die Nebenplaneten in derselben Richtung um ihre Hauptplaneten und mit diesen um die Sonne. — Man unterscheidet ferner bei den Planeten drei Umlaufszeiten: siderische, tropische und synodische. Die siderische Umlaufszeit ist der Zeitraum, nach dessen Verlauf ein Planet 360 Grade um die Sonne zurückgelegt hat; sie ist also die Umlaufszeit in Bezug auf die Fixsterne. Dagegen ist die tropische Revolution die Umlaufszeit in Beziehung auf die Nachtgleichenpunkte, und die synodische Revolution die Umlaufszeit in Bezug auf die Sonne.

Ich werde Ihnen ferner aus einander zu setzen suchen, was die Astronomen unter den Elementen einer Planetenbahn verstehen und zu welchem Zweck sie dieselben gebrauchen. — Das, was die Kepler'schen Gesetze von den Planeten in Bezug auf die Sonne lehren, reicht nämlich nicht hin, die Bahn eines Planeten hinsichtlich ihrer Lage im Weltraume vollständig kennen zu lernen. Schon die alten Astronomen unterschieden bei der Bahn eines Plane-

ten mehrere gewisse Bestimmungsstücke, welche von ihnen die Elemente der Bahn genannt wurden, eine Benennung, die noch heut zu Tage gebräuchlich ist, da die Beschaffenheit dieser Elemente für irgend einen Planeten, Mond oder Kometen von der größten Wichtigkeit in der Astronomie ist, wie wir bald einsehen werden. Wenn nämlich z. B. für irgend zwei Planeten deren Elemente zum Theil oder sämmtlich von einander verschieden sind, so schließt man hieraus mit Recht, daß die Bahnen dieser beiden Planeten verschiedentlich groß sind, auch eine verschiedene Gestalt und Lage im Weltraume haben. Ferner kann z. B. aus den Elementen der Bahnen zweier Kometen sicher geurtheilt werden, ob diese beiden Kometen wirklich nur einer und derselbe oder zwei verschiedene sind, da sonst ein solcher Schluß, bei den meisten Kometen ganz unmöglich zu ziehen wäre, indem die Wiederkehr dieser Weltkörper meistens erst nach Jahrhunderten oder Jahrtausenden erfolgt.

Es giebt sieben Elemente für die Bahn eines jeden um die Sonne laufenden Weltkörpers:

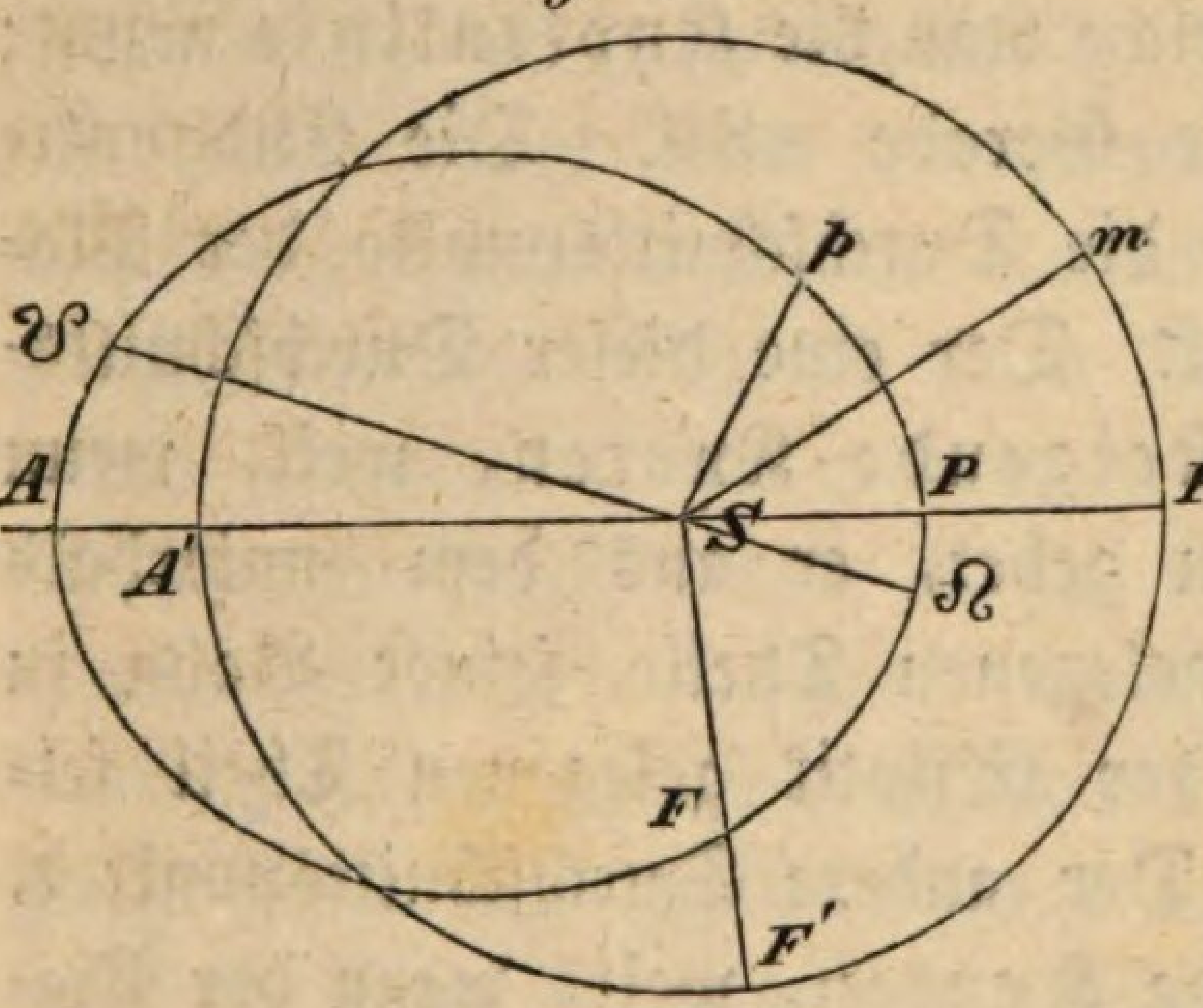
1) die halbe große Axe der Bahn;
2) die Excentricität der Bahn;
3) die Länge des Perihels für eine gewisse gegebene Zeit;
4) die mittlere Länge des Planeten zur Zeit des Perihels, oder die Epoche;
5) die siderische Umlaufszeit des Planeten;
6) die Länge des aufsteigenden Knotens der Bahn, und
7) die Neigung der Bahn gegen die Ekliptik.

Von diesen 7 Bestimmungsstücken beziehen sich, wie Sie sehen, die fünf erstern auf die eigenthümliche Gestalt der elliptischen Bahn und auf die Bewegung des Planeten in derselben; die beiden letzten Elemente betreffen die Lage

der Bahn. Das erste, zweite und fünfte Element haben wir bereits kennen gelernt; wir haben uns daher noch mit den vier übrigen Bestimmungsstücken bekannt zu machen.

Das dritte Element, die Länge des Perihels oder der Sonnennähe, bestimmt die Lage der großen Axe. Sei in dieser Figur A P die große Axe einer elliptischen Planetenbahn, in deren einem Brennpunkte S sich die Sonne befindet. Es sei ferner die Ebene des Papiers die Ebene der

Fig. 15.



Ekliptik, ☋AF☊ der Theil der Bahn, welcher *unter* und ☊Pp☋ der andere Theil der Bahn, welcher *über* der Ebene der Ekliptik liegt; so ist, wenn F den Frühlingsnachtgleichenpunkt und P das Perihel bezeichnet, der Winkel PSF die Länge des Perihels.

Was das vierte Element, die mittlere Länge des Planeten zur Zeit des Perihels, betrifft, so muß ich erst einige Bemerkungen vorausschicken. Sei aus S als Mittelpunkt mit dem Halbmesser SA' = SP' ein Kreis beschrieben, der von einem eingebildeten Körper mit stets gleichförmiger Geschwindigkeit in derselben Zeit durchlaufen wird, als der Planet Zeit braucht, seine wahre elliptische Bahn ☋AF☊Pp☋ zu durchlaufen. Man nennt alsdann diesen, sich gleichförmig im Kreise fortbewegenden Körper den *mittlern Planeten*, dessen gleichförmige Geschwindigkeit seine *mittlere Bewegung* genannt wird. Wenn man das Mittel aus sämmtlichen verschiedenen Geschwindigkeiten des wahren Planeten nimmt, d. h. wenn man die Umlaufszeit des letztern durch 360 dividirt, so findet man die mittlere Ge-

schwindigkeit, mit welcher der Planet in seinem Laufe einen Grad zurücklegt. Wenn nun der wahre Planet in P, also im Perihel stehet, und zu dieser Zeit der mittlere Planet in M stehet, so heißt der Winkel mSF oder der Bogen F′P′m die mittlere Länge des Planeten zur Zeit des Perihels, so wie diese Zeit selbst die Epoche.

Um ferner die Länge des aufsteigenden Knotens der Bahn zu erklären, muß ich gleichfalls einige Bemerkungen vorausschicken. Der Durchschnitt zweier Bahnebenen wird eine gerade Linie sein, welche man die Knotenlinie nennt; in der 15. Figur ist sie die Gerade ☋S☊. Die Endpunkte derselben, ☊ und ☋, sind die Durchschnittspunkte der Planetenbahn mit der Ekliptik. Der eine dieser Durchschnittspunkte ☊ heißt der aufsteigende Knoten, weil, wenn der Planet durch denselben gehet, er aus dem unterhalb der Ebene der Ekliptik gelegenen Theile seiner Bahn in den, oberhalb der Ebene der Ekliptik gelegenen Theil seiner Bahn heraufkommt. Der andere Durchschnittspunkt ☋ heißt der niedersteigende Knoten, weil, wenn der Planet durch denselben gehet, er aus dem oberhalb der Ebene der Ekliptik gelegenen Theile seiner Bahn in den, unterhalb der Ebene der Ekliptik gelegenen Theil seiner Bahn herabkommt. Uebrigens wird leicht erhellen, daß die Knotenlinie ☊☋ stets durch die Sonne S gehen muß. Nun ist der Winkel ☊SF oder der Bogen F☊ die Länge des aufsteigenden Knotens der Bahn. — Es ergiebt sich mithin auch leicht, daß, wenn in der Figur 15. die Ebene des Papiers die Ebene der Ekliptik vorstellt, der Theil ☊Pp☋ der Planetenbahn oberhalb, der übrige Theil ☋AF☊ aber unterhalb der Ebene der Ekliptik liegt, mithin vollkommen so, wie bereits angenommen worden war.

Endlich wird, was das siebente Element, die Neigung der Bahn betrifft, diese durch die Größe des Winkels an-

gegeben, welche die Ebene der Planetenbahn mit der Ebene der Ekliptik bildet. — Noch ist zu erwähnen, daß 1) die Länge des Perihels und des aufsteigenden Knotens heliocentrische Längen sind, und daß 2) die Epoche und die Umlaufszeit die Grundlage der ganzen Planetentheorie in ihrer größten Einfachheit bilden.

Am Schlusse meines diesmaligen Vortrages muß ich bemerken, daß, während das Perihel (die Sonnennähe) der eine Endpunkt der großen Axe einer Planetenbahn ist, der andere Endpunkt derselben das Aphel (die Sonnenferne) heißt, und daß in dem einen Brennpunkte der Bahn irgend eines Satelliten statt der Sonne natürlich der Hauptplanet dieses Mondes stehet. Zugleich wird Ihnen einleuchten, daß die beiden Endpunkte der großen Axe einer Satellitenbahn statt der Namen Perihel und Aphel beziehungsweise solche Benennungen haben müssen, welche aus dem Namen des Hauptplaneten und den Worten Nähe, Ferne, zusammengesetzt sind. So spricht man z. B. von unserem Monde: er steht in dem Perigäum (Erdnähe) oder in dem Apogäum (Erdferne); ferner von irgend einem der 4 Jupiterstrabanten: er befindet sich im Perijovium (Jupitersnähe) oder im Apojovium (Jupitersferne).

Dreizehnter Vortrag.

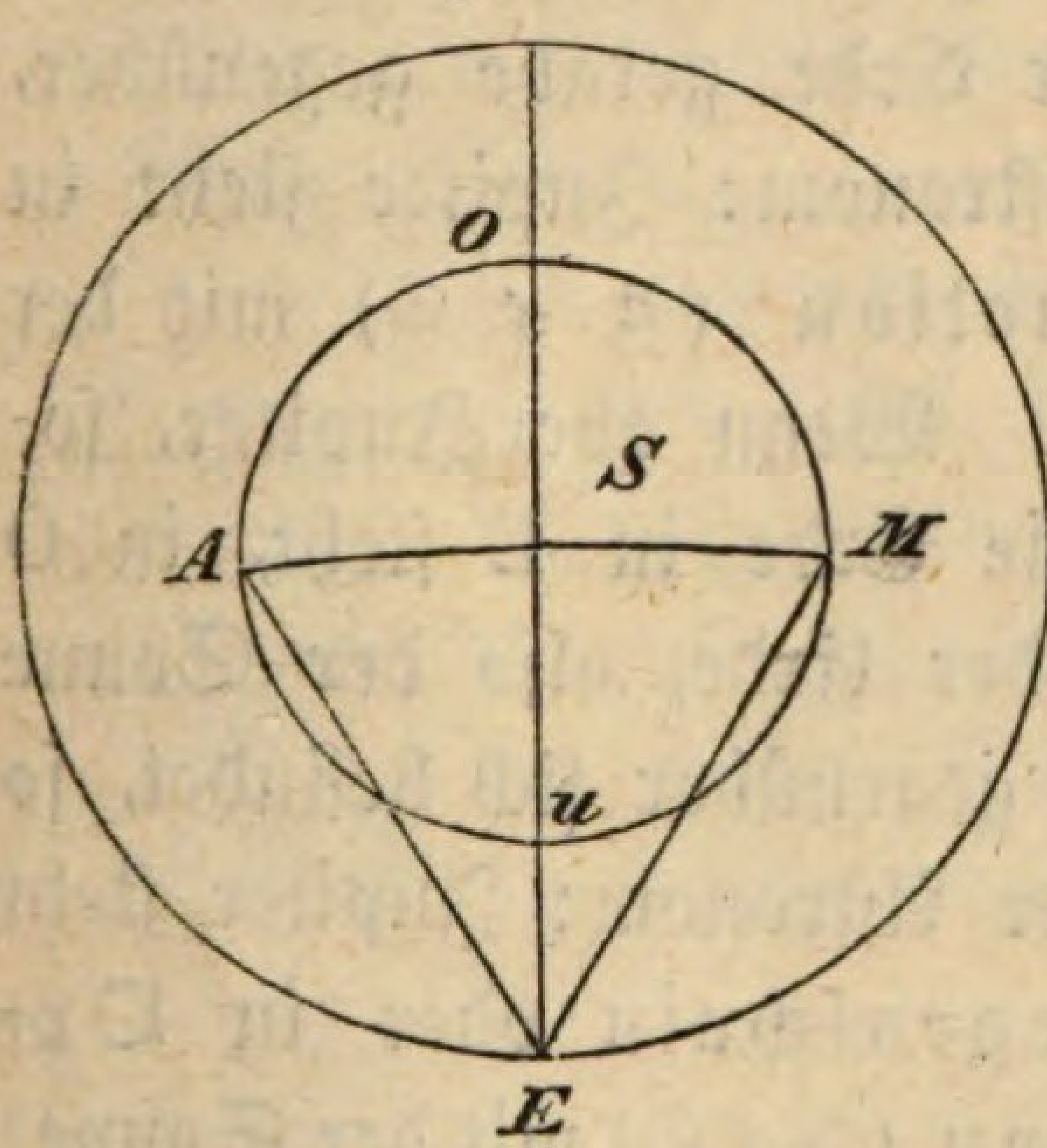
Untere und obere Planeten. — Heliocentrische und geocentrische Bewegung. — Elongation, Conjunction und Opposition.

Ich werde heute die Erklärungen von astronomischen Ausdrücken und Sprachweisen fortsetzen, so wie manche hierzu erforderliche geometrische Betrachtung anstellen.

Die Astronomen theilen die Planeten in zwei Classen; in untere Planeten und obere Planeten. Untere Planeten heißen diejenigen, deren Bahnen von der Bahn der Erde eingeschlossen werden; ihre Entfernungen von der Sonne sind also kleiner, als die der Erde. Man kennt bis jetzt blos zwei untere Planeten: Merkur und Venus. — Obere Planeten heißen dann diejenigen, deren Bahnen die Bahn der Erde einschließen; ihre Entfernungen von der Sonne sind also größer als die der Erde. Bis jetzt kennt man zwanzig obere Planeten: Mars, Flora, Victoria, Vesta, Iris, Metis, Hebe, Parthenope, Egeria, Asträa, Juno, Ceres, Pallas, Hygiea, Irene, der am 29. Juli im Schützen von de Gasparis entdeckte Planet, Jupiter, Saturn, Uranus und Neptun. — Da wir von der Erde aus, die ebenfalls um die Sonne sich bewegt, mithin auf einem im Weltraume nicht ruhenden Standpunkte den Lauf der Planeten um die Sonne beobachten, so sehen Sie offenbar, daß wir nicht diesen wirklichen Lauf, welcher die heliocentrische Bewegung genannt wird, also auch nicht die wirklichen verschiedenen Stellungen der Planeten, sondern nur ihren scheinbaren Lauf, der die geocentrische Bewegung genannt wird, mithin auch blos ihre scheinbaren verschiedenen Stellungen wahrnehmen können. Die heliocentrische Bewegung und Stellung der Planeten kann aber

von den Astronomen stets durch Rechnung aus der scheinbaren Bewegung und Stellung gefunden werden. — Es ist nun oft die Rede von unterer und oberer Zusammenkunft eines untern Planeten. Um dies zu erklären, sei AOMuA die Bahn eines der beiden untern Planeten, z. B. der Venus, also der äußere Kreis die Erdbahn; in S stehe die Sonne. Steht die Venus, wenn die Erde in E sich befindet, mitten zwischen derselben und der Sonne in u, so sagt der Astronom: Venus steht in unterer Conjunction (♀ untere ☌ ☉) oder in unterer Zusammenkunft mit der Sonne; sie ist zu dieser Zeit der Erde offenbar am nächsten, aber unsichtbar. Wenn ferner die Venus der in E befindlichen Erde gerade gegenüber hinter der Sonne, in o stehet, so steht sie alsdann in oberer Conjunction (♀ obere ☌ ☉) oder in oberer Zusammenkunft mit der Sonne; sie ist zu dieser Zeit am weitesten von der Erde entfernt, daher auch am kleinsten. Die Venus würde von o aus als volle Scheibe glänzen, wenn es der heftige Glanz der Sonnenstrahlen nicht verhinderte. — Vom Merkur und Venus sagt man übrigens häufig, daß sie sich in größter Elongation (Ausweichung) befinden. Wir können uns hierüber Auskunft mit Hilfe der Figur 16 verschaffen. Es ergiebt sich nämlich aus derselben, daß z. B. die Venus sich auf jeder Seite der Sonne von derselben scheinbar nicht weiter, als um den Bogen AS oder MS entfernen kann, d. h. wenn die Venus in A oder in M steht, sobald die Erde sich in E befindet. Es heißt nun dieser scheinbar größte Abstand der Venus von der Sonne, der, wie man in Figur 16 sieht, auch

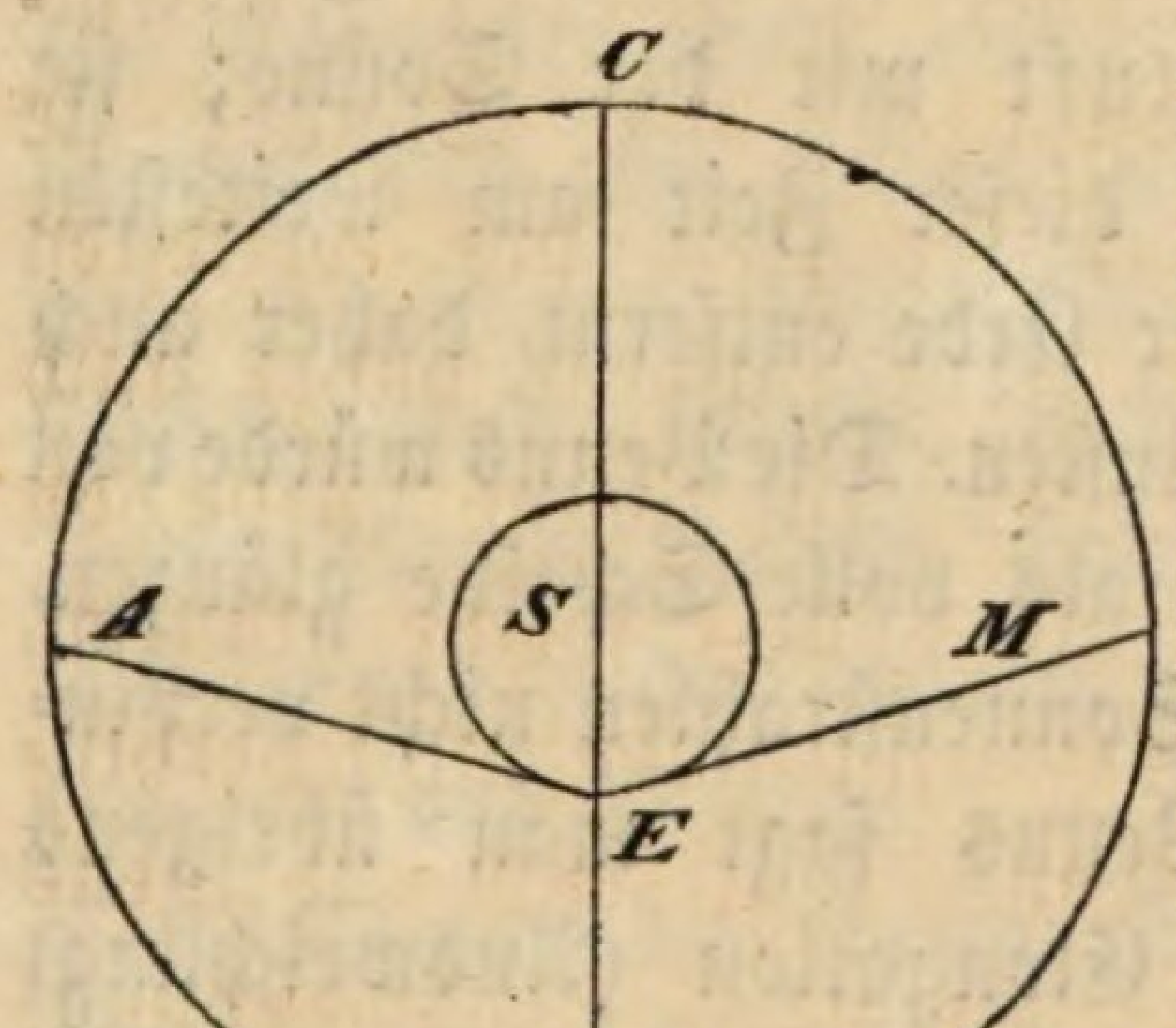
Fig. 16.



durch den Winkel AES oder MES gemessen wird, die größte Elongation (Digression) dieses Planeten, und zwar findet in A, wo die Venus links von der Sonne als Abendstern steht, die östliche, und in M, wo die Venus links von der Sonne als Morgenstern steht, die westliche Ausweichung oder Elongation statt.

In ähnlicher Weise spricht man von einer Zusammenkunft und dem Gegenscheine eines obern Planeten. Ich kann Ihnen dies mit Hilfe der nachstehenden Figur 17 leicht erklären. Sei ACMOA die Bahn eines der obern Planeten, z. B. des Jupiter, also der innere Kreis die Erdbahn; in S stehe die Sonne. Gesetzt, der Jupiter stehe, wenn die Erde in E sich befindet, in C der Erde gerade gegenüber, hinter der Sonne, so sagt der Astronom: Jupiter steht in Zusammenkunft oder Conjunction (♃ ☌ ☉) mit der Sonne. Wenn aber Jupiter, sobald die Erde in E steht, in O hinter der Erde, also der Sonne gerade gegenüber sich befindet, so sagt der Astronom: Jupiter steht im Gegenschein oder in Opposition (♃☍☉) mit der Sonne; dann ist er der Erde am nächsten und erscheint uns am größten, während er in der Zusammenkunft mit der Sonne offenbar unsichtbar sein muß.

Fig. 17.



In Betreff der Ausdrücke östlicher und westlicher Geviertschein folgt aus der Figur 17, daß, wenn Jupiter in A oder in M steht, der Winkel AES oder MES also 90° beträgt, Jupiter scheinbar 90° von der Sonne absteht. Kommt er nach A, so sagt der Astronom, daß Jupiter sich im östlichen Geviertschein oder in östlicher Quadra-

tur mit der Sonne, d. h. in der Abendquadratur (♃ östliche □ ☉) befinde, denn er steht dann links von der Sonne und culminirt des Abends. Kommt Jupiter nach M, so sagt der Astronom, daß er sich im westlichen Geviertscheine oder in westlicher Quadratur mit der Sonne d. h. in der Morgenquadratur (♃ westliche □ ☉) befinde, denn er steht rechts von der Sonne und culminirt des Morgens.

Da die Bewegung aller Planeten von Westen nach Osten vor sich geht und die Zeichen des Thierkreises in derselben Richtung, so wie auch die Längen der Planeten gezählt werden, so geschieht die Bewegung eines jeden Planeten nach der Folge der Zeichen, oder diese Bewegung ist rechtläufig.

Ferner will ich bemerken, daß, weil wir die Planeten von der selbst in steter Bewegung sich befindenden Erde aus beobachten, leicht einzusehen ist, daß, weil die Geschwindigkeit der Bewegungen der Planeten und der Erde je nach ihren Entfernungen von der Sonne verschieden sind, der scheinbare Lauf jener sich zu manchen Zeiten so gestalten muß, daß es uns vorkommt, als ob die Planeten eine Zeit lang sich in entgegengesetzter Richtung, d. i. von Osten nach Westen bewegten, hierauf kurze Zeit still ständen und dann erst wieder sich von Westen nach Osten fortbewegten. Dies heißt nun in der astronomischen Sprache so: Nachdem ein Planet rechtläufig gewesen, wird er auf einmal rückläufig, kommt dann auf kurze Zeit in Stillstand und wird nachher erst wieder rechtläufig.

Noch habe ich Ihnen die wichtige Erklärung zu geben, was unter einem Planetensysteme und unter dem Copernicanischen Systeme insbesondere verstanden wird. — Die Astronomen in den ältesten Zeiten nannten den Inbegriff und die Anordnung von Sonne, Mond, Merkur, Venus, Mars,

Jupiter und Saturn, so wie deren Lauf um die als ruhender Mittelpunkt angenommene Erde das Planetensystem, welches nachher manche Aenderungen und Benennungen erfuhr. Von diesen insgesammt falschen Systemen sind blos noch das Ptolemäische, egyptische und Tycho'sche in geschichtlicher Beziehung berühmt. Erst Copernicus zeigte, daß die Sonne als Fixstern im Mittelpunkte eines Reiches throne, in welchem um sie der Reihe nach als Planeten der Merkur, die Venus, die Erde mit dem um sie laufenden Monde, der Mars, der Jupiter und der Saturn sich in kreisförmigen Bahnen bewegen. Diese allein wahre Anordnung der Planeten wird daher das Copernicanische Planetensystem genannt; dasselbe ist mit einigen wichtigen den Planetenlauf betreffenden, bereits im zwölften Vortrage erklärten Lehren Kepler's und Newton's seitdem allgemein anerkannt, und es gehören zu ihm auch noch die Kometen. So weit das Gebiet unserer Sonne bis jetzt erforscht ist, gehören zu demselben 23 Hauptplaneten, 21 Nebenplaneten (Monde) und 4 stets wieder erscheinende Kometen.

Vierzehnter Vortrag.

Nähere Betrachtung der Haupt- und Nebenplaneten.

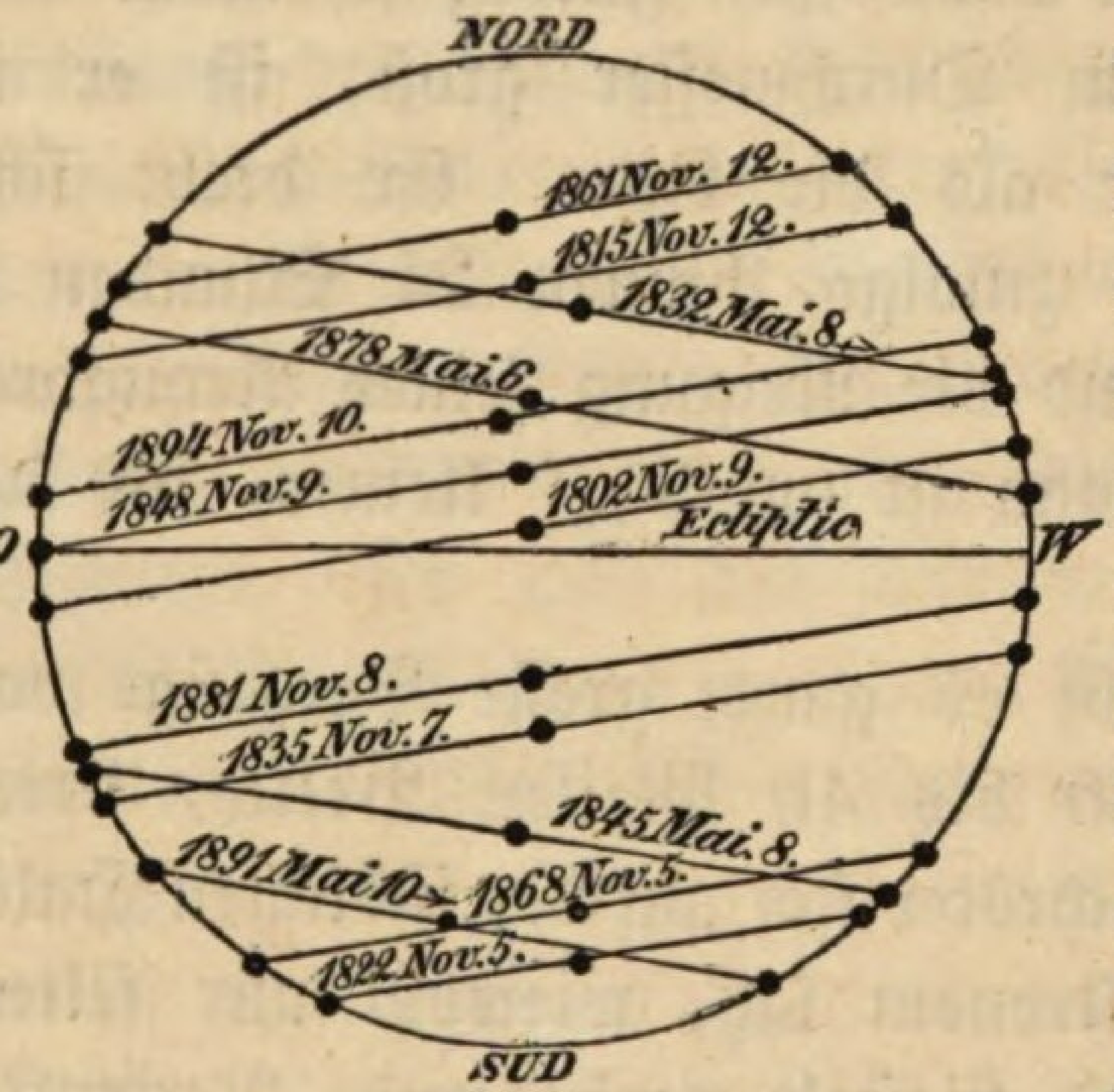
Erlauben Sie, hochverehrte Zuhörer, daß ich Ihnen heute nun von dem erzähle, was die Astronomen durch ihre Beobachtungen, Berechnungen und sonstigen Forschungen über die Größe, Entfernungen, Bewegungen der 23 Haupt- und 21 Nebenplaneten unseres Sonnensystems, so wie über die natürliche Beschaffenheit der Oberflächen dieser Weltkörper in Erfahrung gebracht haben.

Der Planet Merkur ☿ ist im Mittel 8 Millionen geographische Meilen von der Sonne, in der obern Zusammenkunft mit der Sonne 28 und in der untern 10 Millionen Meilen von der Erde entfernt. Seine um 7° gegen die Ekliptik geneigte, $50^1/_4$ Millionen Meilen lange Bahn durchläuft er in 88 Tagen; folglich legt Merkur in jeder Secunde fast 7 Meilen zurück. — Er wird von dem Glanze der ihm zu nahe stehenden Sonne, von der er sich scheinbar nie über 29° entfernt, überstrahlt, ist also nur des Abends oder des Morgens und da blos selten und schwer zu sehen. Man erkennt ihn an seiner hellweißen Farbe; scheinbar von 4 bis $11^3/_5$ Secunden im Durchmesser groß, ist er in Wirklichkeit 25mal kleiner als die Erde. Er dreht sich, Schröter's Beobachtungen zufolge, binnen 24 Stunden 5 Minuten um seine Axe, und die Neigung seines Aequators gegen die Ebene seiner Bahn ist um $3^1/_2$° kleiner, als die Schiefe der Ekliptik.

Auf dem Merkur giebt es ganze große Bergzüge von 80 Meilen Länge und 30 bis 40 Meilen Breite, deren meiste und höchste nach Schröter sich auf der südlichen Halbkugel befinden. Dieser Astronom sah, wiewohl nur selten, schnell entstehende Ort und Gestalt verändernde Verdunkelungen einzelner Theile der Oberfläche, die oft nach wenigen Stunden wieder verschwanden, was um so mehr eine Atmosphäre Merkurs anzudeuten scheint, da die Grenze der Lichtgestalten (Phasen) dieses, wie unser Mond ab- und zunehmenden, Planeten verwaschen ist; denn das Licht der beleuchteten Seite nimmt an dieser Grenze nur allmälig ab, bis es sich endlich ganz in dem Schatten der Nacht verliert. Hinsichtlich der Jahreszeiten des Merkur kann bei dessen kurzer Umlaufszeit um die Sonne wohl nur ein ganz unmerklicher Uebergang stattfinden. — Die Masse dieses Planeten ist zwar über 2 Millionen Mal kleiner als die Son-

nenmasse; dagegen übertrifft seine Dichtigkeit die der Erde fast $2\frac{1}{2}$ Mal — Der Merkur zeigt übrigens bisweilen eine interessante, jedoch nur durch gute Fernröhre wahrzunehmende Erscheinung. Wenn er nämlich in seiner untern Conjunction zwischen Sonne und Erde hindurchgeht, auch zugleich einem seiner Knoten näher als 3° 28′ steht, so erscheint er als ein runder schwarzer Fleck auf der Sonnenscheibe, die er von links nach rechts durchwandert. Diese stets im Mai oder November vorfallenden Merkurdurchgänge kommen in bestimmten Perioden von $2\frac{1}{2}$, $5\frac{1}{2}$, 6, 7, $9\frac{1}{2}$ und 13, also auch von 20, 26, 46 und 263 Jahren wieder, von welchen Perioden die letzte am genauesten ist. Beistehende Fig. 18 zeigt die Lagen und Richtungen aller 13 Merkursdurchgänge im gegenwärtigen Jahrhundert.

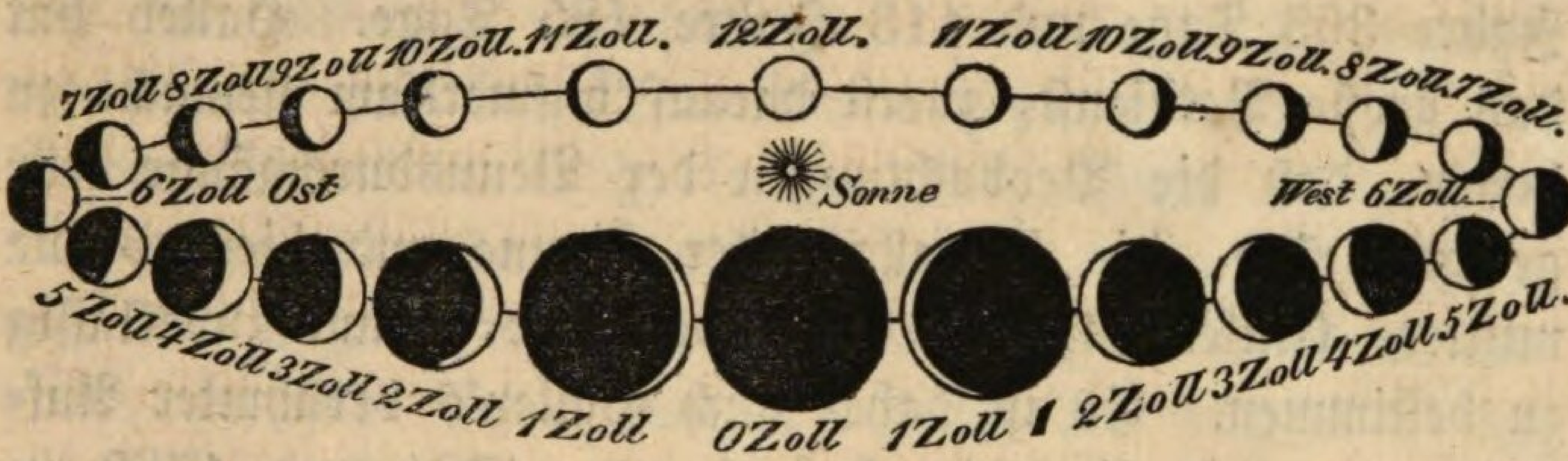
Fig. 18.



Der Planet Venus ♀, der dem Merkur nächstfolgende, dessen Merkwürdigstes ich Ihnen mittheilen will, vollendet, etwa $16\frac{1}{3}$ Mill. geogr. Meilen im Mittel von der Sonne entfernt, seine Bahn um dieselbe binnen 225 Tagen, durchläuft also in jeder Secunde fast 5 Meilen. Die Neigung der Bahn der Venus gegen die Ekliptik beträgt 3° $23\frac{1}{2}$! — Die Venus ist fast so groß wie unsere Erde und derselben ziemlich nahe, sie erscheint uns prächtiger und größer als alle Sterne des Himmels, und zwar des Morgens oder Abends, deshalb sie auch Morgen- oder Abendstern heißt; denn niemals steht sie um Mitternacht im Süden. — Durch ein nicht zu schwach vergrößerndes Fern-

rohr zeigt dieser Planet dem Beobachter eben solche Lichtgestalten, wie unser Mond; nur umfaßt die Periode derselben natürlich einen weit größern Zeitraum.

Fig. 19.



Beistehende Figur 19. zeigt ohne alle weitere Erklärung deutlich den Gang und die Größe der Venusphasen. — Nach Schröter's Beobachtungen bedecken diesen Planeten hohe Gebirge, besonders auf der südlichen Halbkugel, mit über 30 Meilen langen Thälern und weithin ausgestreckten Ebenen. Die Venus hat große Aehnlichkeit mit der Erde hinsichtlich der Atmosphäre, Morgen- und Abenddämmerung, so wie der Tages- und Jahreszeiten; auch ihren Umschwung um die eigene Axe vollendet sie in ähnlich schiefer Richtung, wie die Erde, binnen 23 Stunden 21 Minuten. — Wenn die Venus in die untere Zusammenkunft mit der Sonne kommt, so scheint sie 36 Tage vor- und nachher im größten Glanze und ist dann, freilich nur etwa alle 8 Jahre, sogar am Tage mit bloßen Augen sichtbar. — Die Dichtigkeit der Venusmasse, die über 350000 Mal kleiner als die Sonnenmasse ist, beträgt etwa ein Zehntel mehr als die Dichte unsers Erdkörpers. — Geehrte Zuhörer, ich komme jetzt zu einer sehr wichtigen und interessanten Erscheinung, die uns die Venus bisweilen gewährt. Sie geht nämlich, gleich dem Merkur, durch die Sonnenscheibe, sobald sie nämlich zur Zeit ihrer untern Zusammenkunft mit der Sonne weniger als 1° 49′ von einem ihrer Knoten entfernt ist

Da diese Grenze von 1° 49′ beinahe um die Hälfte kürzer, als die des Merkur ist, so ersehen Sie hieraus, daß die Venus weit seltener, als Merkur, durch die Sonnenscheibe gehen muß; Perioden ihrer Durchgänge sind namentlich 7 Jahre 363 Tage und 113 Jahre 185 Tage. Halley hat das große Verdienst, zuerst darauf aufmerksam gemacht zu haben, daß die Beobachtungen der Venusdurchgänge sehr geeignet sind, die Parallaxe der Sonne und hieraus die mittlere Entfernung der Erde von der Sonne zuverlässig zu bestimmen. Es ist daher auch Halley's berühmter Aufforderung, die Venusdurchgänge von 1761 und 1769 an vielen Orten der Erdoberfläche möglichst gut zu beobachten, ziemlich vollständig entsprochen worden. — Encke hat diese sämmtlichen Beobachtungen genau berechnet und die Parallaxe der Sonne gleich $8^{578}/_{1000}$ Secunden gefunden; d. h. von der Sonne aus gesehen, würde der Halbmesser der Erde unter einem Winkel von $8^{578}/_{1000}$ Secunden erscheinen, so daß hiernach die mittlere Entfernung der Erde von der Sonne 20682329 geogr. Meilen beträgt. — Die nächsten von jetzt an zu erwartenden Venusdurchgänge werden 1874 den 9. Decbr., 1882 den 6. Decbr., 2001 den 7. Juni und 2012 den 5. Juni stattfinden. — Noch muß ich eines sonderbaren Umstandes gedenken. Es wollen nämlich im vorigen Jahrhundert einige Astronomen einen Venusmond gesehen haben. Aber dies kann wahrscheinlich nur eine Abspiegelung der so glanzvollen Venus von der Hinterfläche des Augenglases, und somit das Ganze eine Täuschung gewesen sein. Man hätte auch diesen Venusmond als einen kleinen schwarzen Fleck während eines der beiden Venusdurchgänge im vorigen Jahrhundert offenbar wahrnehmen müssen, wovon jedoch die damaligen zahlreichen Beobachter gänzlich schweigen.

Beschäftigen wir uns nunmehr mit dem Mars ♂. Die-

ser oft die ganze Nacht hindurch sichtbare Planet, welcher der erste der obern Planeten ist, erscheint in der Opposition am größten. Mars kann sich der Erde bis auf 7 Mill. Meilen nähern und wieder bis auf 50 Mill. Meilen von ihr entfernen, weshalb sein scheinbarer Durchmesser von 23 bis auf $3^1/_3$ Secunden abnehmen kann. In der Sonnennähe ist er $28^1/_2$, in der Sonnenferne $31^1/_2$ Mill. Meilen von der Sonne entfernt, um die er in einem Jahre und 322 Tagen, in jeder Secunde $3^2/_5$ Meilen zurücklegend, in einer Bahn läuft, die gegen die Ekliptik 1° 51′ geneigt ist. Mars, dessen Durchmesser 893 Meilen beträgt, ist fast 7 Mal kleiner als die Erde, seine Masse über $2^1/_2$ Millionen Mal geringer als die der Sonne, dagegen seine Dichtigkeit nahe der der Erde gleich. Es erscheint uns Mars meist in einem trüb-röthlichen Lichte, weshalb sich vermuthen läßt, daß er einen mit dichten Wolken angefüllten Dunstkreis hat. — Hinsichtlich seiner Oberfläche scheint Mars große Aehnlichkeit mit der Erde zu haben. Denn durch ausgezeichnet gute Fernröhre bemerkt man an den Polen der Marskugel, und zwar erst an dem einen und dann an dem andern eine hellweißliche Stelle, die man mit den Eisfeldern unserer Polargegenden vergleichen kann. Wahrscheinlich werden diese Schneemassen eben so, wie die auf der Erde, durch die Einwirkung der Sonnenstrahlen aufgelöst. — Da die Axe der binnen 24 Stunden und 37 Min. sich drehenden Marskugel, auf der nach Mädler's Beobachtungen und Meinung sich gebirgsähnliche Ungleichheiten befinden, um

Fig. 20.



61° 18′ gegen die Ebene der Marsbahn geneigt ist, so läßt sich hieraus auf einen sehr merklichen Wechsel der Jahreszeiten auf der Marsoberfläche schließen. — Die obern Planeten zeigen nicht, wie die Venus und Merkur, Lichtgestalten; nur Mars ist der einzige, welcher, weil er von diesen allen der Erde am nächsten steht, noch eine obschon unbedeutende Abnahme seiner vollerleuchteten Scheibe bisweilen uns zeigen kann.

Geehrte Zuhörer! Ich komme jetzt zu einer in der neuesten Zeit sehr merkwürdig gewordenen Classe von Planeten, nämlich zu den sogenannten kleinen Planeten (Planetoiden oder Asteroiden), die zwischen Mars und Jupiter ihre zum Theil sehr excentrischen Bahnen um die Sonne in einem Zeitraume von 1312 bis 2015 Tagen durchlaufen. Diese Weltkörper sind wegen ihrer schon großen, zugleich sehr veränderlichen Entfernungen von der Erde und wegen ihrer außerordentlichen Kleinheit mit bloßen Augen unsichtbar, und erscheinen selbst durch stark vergrößernde Fernröhre nur als Sterne 7. bis 10. Größe, weshalb das Aufsuchen derselben, zumal wenn sie in sehr sternreichen Gegenden sich befinden oder sobald der Mond scheint, ziemlich mühsam und selbst bisweilen sehr unsicher ist. — Man erkennt sie indessen ungeachtet ihrer Kleinheit an ihrem hellen, selbst bisweilen blendenden, strahlenden Lichte, wie dies z. B. bei der Vesta und Juno der Fall ist. Aber dieses Licht und sogar dessen Farbe ändert sich auch oft auf eine so auffallende Weise, daß man mit ziemlicher Gewißheit behaupten darf, die kleinen Planeten seien mit großen Atmosphären umgeben. — Diese gewaltigen Veränderungen sind nun hauptsächlich Ursache, weshalb die Bestimmung der wahren Durchmesser und mithin der körperlichen Größen dieser kleinen Weltkörper nur höchst unsicher ausfallen kann. Aber so viel ist wenigstens gewiß, daß die 15 Planetoiden Ceres, Pallas, Juno,

Vesta, Asträa, Hebe, Iris, Flora, Metis, Hygiea, Parthenope, Victoria, Egeria, Irene und der am 29. Juli 1851 entdeckte die kleinsten von allen Hauptplaneten sein müssen. Der größte Unterschied zwischen ihnen und den Hauptplaneten besteht darin: daß sie den Thierkreis sowohl nord-, als südwärts zum Theil bedeutend überschreiten, da die Neigungen der Bahnen der Ceres, Juno, Hebe, Egeria und Pallas gegen die Ekliptik beziehungsweise 10° 37′, 13° 3′, 14° 47′, 16° 27′ und 34° 37′ betragen. — Die größte Merkwürdigkeit ist die Lage ihrer Bahnen, die zum Theil wie Kettenringe so in einander verschlungen sind, daß sie, ohne einander zu schaden oder zu berühren, um die Sonne laufen können. Dieser letztere glückliche Umstand entspringt aus der zweckmäßigen Lage der Knoten dieser Bahnen; denn wären z. B. die Bahnen der Pallas und Ceres weniger stark gegen einander geneigt, so könnten diese beiden Himmelskörper in ihrem Laufe einmal leicht zusammenstoßen. — Was die natürliche Beschaffenheit der Oberflächen so wie die Massen und Dichtigkeiten dieser Weltkörper betrifft, so können wir selbige natürlich deshalb nicht genau angeben, da die Planetoiden selbst dem, mit einem stark vergrößernden Fernrohre bewaffneten, Auge nur als unmerkliche Scheibchen erscheinen. Dafür aber gewähren diese Weltkörper der Wissenschaft einen andern großen Nutzen. Der Astronom vermag nämlich aus den vielen beträchtlichen Störungen, welche die Planetoiden in ihrem Laufe durch den benachbarten, gewaltig großen Jupiter erfahren, sehr genau die Masse des Letztern zu bestimmen.

Nach Olbers sollen die zwischen dem Mars und Jupiter befindlichen Weltkörper Trümmer eines zersprengten, bedeutend größern Planeten sein. Obschon nun diese Meinung jetzt nicht mehr von den meisten Astronomen für wahrscheinlich gehalten wird, und obgleich John Herschel sie für einen

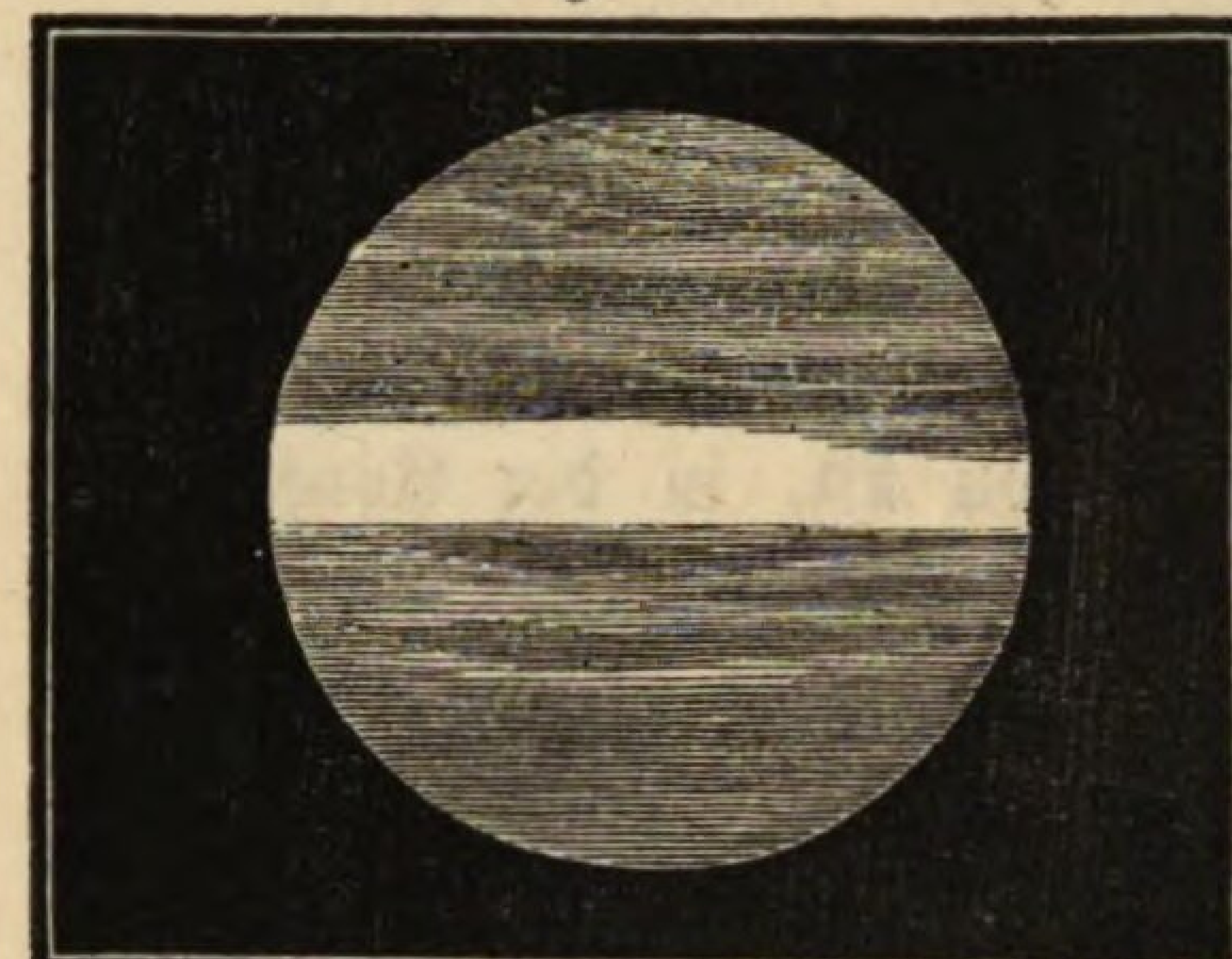
astronomischen Traum erklärt, so verhalf dennoch dieser Traum dem großen Bremer Astronomen zur Entdeckung der Vesta. Bevor ich weiter gehe, will ich Ihnen, geehrte Zuhörer, noch die Entdeckungsgeschichte der 15 kleinen Planeten in der Kürze mittheilen, weil dieselbe nicht ohne Interesse für Sie sein wird.

Am 1. Januar 1801 entdeckte Piazzi zu Palermo im Stier die Ceres ⚳, den 28. März 1802 Olbers zu Bremen im nördlichen Flügel der Jungfrau die Pallas ⚴, am 1. September 1804 Harding zu Lilienthal bei Bremen in den Fischen die Juno ⚵, den 29. März 1807 Olbers abermals im nördlichen Flügel der Jungfrau die Vesta ⚶; ferner entdeckte den 8. December 1845 Hencke zu Driesen im Stier die Asträa am 1. Juli 1847 und im Ophiuchus die Hebe, den 13. August 1847 Hind zu London im Schützen die Iris am 18. October 1847 unnd zwischen dem Stier und Orion die Flora, am 25. April 1848 Graham zu Markree (Irland) zwischen den beiden Hauptsternen der Waage die Metis, den 12. April 1849 de Gasparis zu Neapel in der Jungfrau die Hygiea am 11. Mai 1850 abermals de Gasparis in der Waage die Parthenope, den 13. Sept. 1850 Hind im Pegasus die Victoria, am 2. November 1850 abermals de Gasparis am Halse des Walfisches die Egeria, am 20. Mai 1851 Hind im Skorpion die Irene, und endlich am 29. Juli 1851 de Gasparis im Schützen einen noch nicht benannten Planeten.

Ich komme nunmehr zum größten aller Planeten, nämlich zu dem Jupiter ♃, der in einem hellen, gelben Lichte glänzt, und zur Zeit seines Gegenscheins die ganze Nacht hindurch sichtbar ist. Durch seine erstaunliche Größe bildet er den zweiten Hauptkörper im Planetensysteme. Ueberdies regiert er gleichsam eine kleine, aus 4 Monden bestehende

Welt, auf deren Bewegungen er einen eben so großen Einfluß, wie auf die der 15 Planetoiden ausübt. Jupiter erscheint aber dennoch nicht eben sehr groß, da er selbst in der Opposition, wo er der Erde am nächsten steht, von derselben noch 79 Mill. geogr. Meilen entfernt ist, und dann einen scheinbaren Durchmesser von 49, in der Conjunction dagegen von nur 30 Secunden hat. — Die um 1° 19′ gegen die Ekliptik geneigte, nur unbedeutend excentrische, 582 Mill. Meilen lange Bahn um die Sonne, deren mittlere Entfernung von ihm 107½ Mill. Meilen beträgt, durchläuft der gewaltige Planet in 11 Jahren 313 Tagen, so daß er in jeder Stunde einen Weg von 1¹⁄₁₀ Meilen zurücklegt. — Er dreht sich binnen 9 Stunden 55½ Minuten von Abend nach Morgen um seine, um 86° 54′ gegen die Ebene seiner Bahn geneigte Axe, und in Folge dieses ungewöhnlich schnellen Umschwunges ist er an seinen Polen so bedeutend abgeplattet, daß diese schon durch nur mäßig stark vergrößernde Fernröhre bemerkbare Abplattung den 14. Theil seiner Rotationsaxe, mithin an jedem der beiden Pole gegen 700 Meilen beträgt. Da die Drehungsaxe des Jupiter fast senkrecht auf der Bahn desselben steht, so müssen auf diesem Planeten, der eine 180 Mal schwächere Beleuchtung von der Sonne erhält als Merkur, die Jahreszeiten ohne Zweifel einer viel geringern Abwechslung, als bei uns unterliegen. Die Masse und Dichtigkeit dieses Planeten ist 316 Mal größer, als die der Erde, d. h. 316 Erdkugeln würden schon so viel wie Jupiter wiegen, obgleich erst 1333 Erdkugeln hinreichen würden, eine Jupiterskugel zu bilden. Daher ist dieser Planet nur zum vierten Theil so dicht, wie die Erde, oder nahe so dicht wie die Sonne. — Man bemerkt durch ein gutes Fernrohr auf der Jupiterscheibe theils dunkle, theils helle Flecken und nach den Polen zu graue Streifen, deren man in der Regel zwei bis drei bemerkt,

Fig. 21.



und die höchst wahrscheinlich mit den großen Wolkenzügen Aehnlichkeit haben, die man auf der Erde in der Gegend der Passatwinde antrifft. Diese Flecken und Streifen sind also wohl nichts anderes, als atmosphärische Verdichtungen auf dem Jupiter. Auch zeigt sich ein großer Theil der südlichen Halbkugel dieses Planeten bald grau und wie von kleinen Wolken bedeckt, bald wieder in einem hellen Glanze, was zu der Vermuthung berechtigt, daß diese Erscheinungen durch Bewegungen in der Jupiters-Atmosphäre erzeugt werden.

Wir werden schon durch schwächere Fernröhre 4 kleine Sterne gewahr, welche den Jupiter umgeben, und die sich auch nahe in der durch die Jupitersstreifen angedeuteten Richtung befinden, jedoch ihre Stellungen unter einander und gegen den Hauptplaneten immerfort ändern, so daß bald 1, bald 2 oder 3, bald alle 4 auf einer Seite des Jupiter wahrgenommen werden. Diese 4 Streifen nun sind die **Monde des Jupiter**, den sie, um ihn in verschiedenen Abständen laufend, auf seiner langen Reise um die Sonne begleiten. Diese **Jupiterstrabanten**, welche, keine besondern Namen führend, blos nach ihren Entfernungen vom Hauptplaneten der 1., 2., 3. und 4. Mond genannt werden, sind im Mittel 58, 93, 148 und 260 Tausend geogr. Meilen vom Jupiter entfernt, um den sie schon in $1\frac{3}{4}$, $3\frac{1}{2}$, $7\frac{1}{10}$, und $16\frac{2}{3}$ Tagen, mithin in ganz außerordentlich kurzer Zeit ihren Umlauf vollenden. Sie sind, da ihre Durchmesser 530, 470, 780 und 660 Meilen betragen, sämmtlich größer als der Mond, während sie wegen ihrer sehr be-

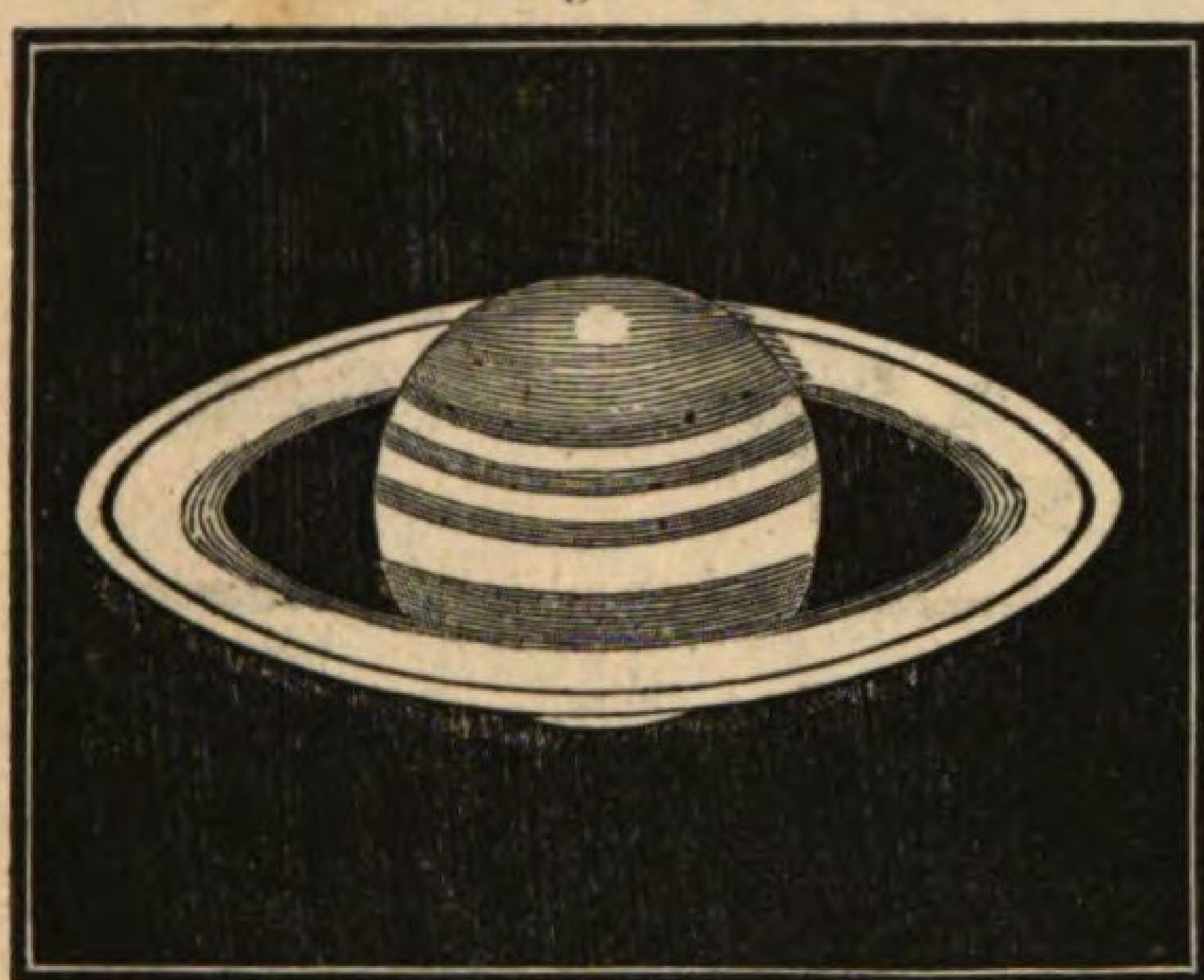
deutenden Entfernung von der Erde uns noch nicht unter einem Durchmesser von 2 Secunden erscheinen. Sie werden nun leicht einsehen, daß es, weil Jupiter 4 Monde hat, eben so für ihn, wie für die Erde, Mond- und Sonnenfinsternisse geben müsse, die wir ebenfalls wahrnehmen. Denn oft trägt es sich zu, daß einer dieser Jupitersmonde verschwindet und nach einiger Zeit wieder erscheint; dieses Ereigniß nun nennt man seine Verfinsterung (Mondfinsterniß), indem der Trabant in den Schatten seines Hauptplaneten tritt. Es trägt sich ferner oft zu, daß ein Jupitersmond auf der Scheibe des Hauptplaneten vorübergeht und dabei von einem ihm vorangehenden oder nachfolgenden kleinen schwarzen Fleck begleitet wird. Dieses Ereigniß ist offenbar für den Jupiter eine Sonnenfinsterniß, indem der zwischen ihm und der Sonne hindurchgehende Satellit seinen Schatten auf den Hauptplaneten wirft. — Solcher Mond- und Sonnenfinsternisse kommen nun aber wegen der Zahl von 4 Monden, wegen der Lage ihrer Bahnen, so wie vorzüglich wegen ihrer ungewöhnlich schnellen Umläufe um Jupiter, sehr häufig vor. Ueberhaupt können, wenn die Umlaufszeit dieses Planeten um die Sonne ein Jupiterjahr genannt wird, binnen eines solchen Jupiterjahres nahe an 4400 Sonnen- und eben so viel Mondfinsternisse auf dem Jupiter sich zutragen. — Die Beobachtungen dieser Erscheinungen verschaffen manchen nicht unwichtigen Nutzen. Denn es gewähren für die Schifffahrt die Beobachtungen der fast täglich vorfallenden Jupiterstrabanten-Verfinsterungen wegen der Leichtigkeit ihrer Anstellung den nicht unwichtigen Nutzen, daß sie ein einfaches und bequemes Mittel zur Bestimmung der geographischen Länge des Orts, wo sich das Schiff jederzeit befindet, zuverlässig genug abgeben. Ganz besonders aber darf ich nicht unerwähnt lassen, daß Olaus Römer aus vielen derartigen, jedoch auf dem festen Lande

angestellten Beobachtungen die Geschwindigkeit des Lichts bestimmt hat, welche von Römer bestimmte Geschwindigkeit viele Jahre später Bradley auf einem ganz andern Wege der Beobachtung bestätigt fand.

Der Saturn ♄ ist unter den Planeten, welche mit bloßen Augen ohne Mühe gesehen werden können, der von uns entfernteste. Er schimmert in einem blaßröthlichen, beinahe bleifarbenen Lichte und ist 735 Mal größer als die Erde. Saturn läuft binnen 29 Jahren 167 Tagen in einer mehr als 1200 Millionen geographische Meilen langen, gegen die Ekliptik um $2^1/_2{}^0$ geneigten Bahn, deren Excentricität nur den 20sten Theil der halben großen Axe beträgt, um die Sonne, von der er eine mittlere Entfernung von $197^1/_4$ Millionen geographische Meilen hat. Daher erscheint dem Saturn die Sonne im Durchmesser 10 Mal kleiner als uns, und seine Beleuchtung von der Sonne ist 90 Mal schwächer, als die der Erde. Wenn er im Gegenschein mit der Sonne sich befindet, so ist er doch immer noch 161 Millionen Meilen von der Erde entfernt. Sein scheinbarer Durchmesser beträgt demnach nur 16 bis 17 Secunden. — Dem Saturn selbst ist eine, nur den 10. Theil der Dichtigkeit der Erdmasse besitzende Massendichtigkeit zuertheilt, mithin hat er unter allen Planeten die geringste Dichtigkeit, und seine Masse selbst beträgt nur den 3500. Theil der Sonnenmasse. — Er dreht sich in 10 Stunden 16 Minuten um seine Axe, die mit der Ebene seiner Bahn einen Winkel von 60^0 bildet. Diese schnelle Rotation hat auch eine große Abplattung an den beiden Saturnspolen zur Folge, die nahe den 11. Theil des 17258 Meilen großen Durchmessers des Saturnskörpers, also fast 1569 Meilen beträgt. — Dieser Planet scheint, wie Mars, von einer dichten Atmosphäre eingehüllt zu sein, denn man bemerkt nämlich durch ein sehr gutes, stark vergrößerndes Fernrohr an ihm streifenartig ge-

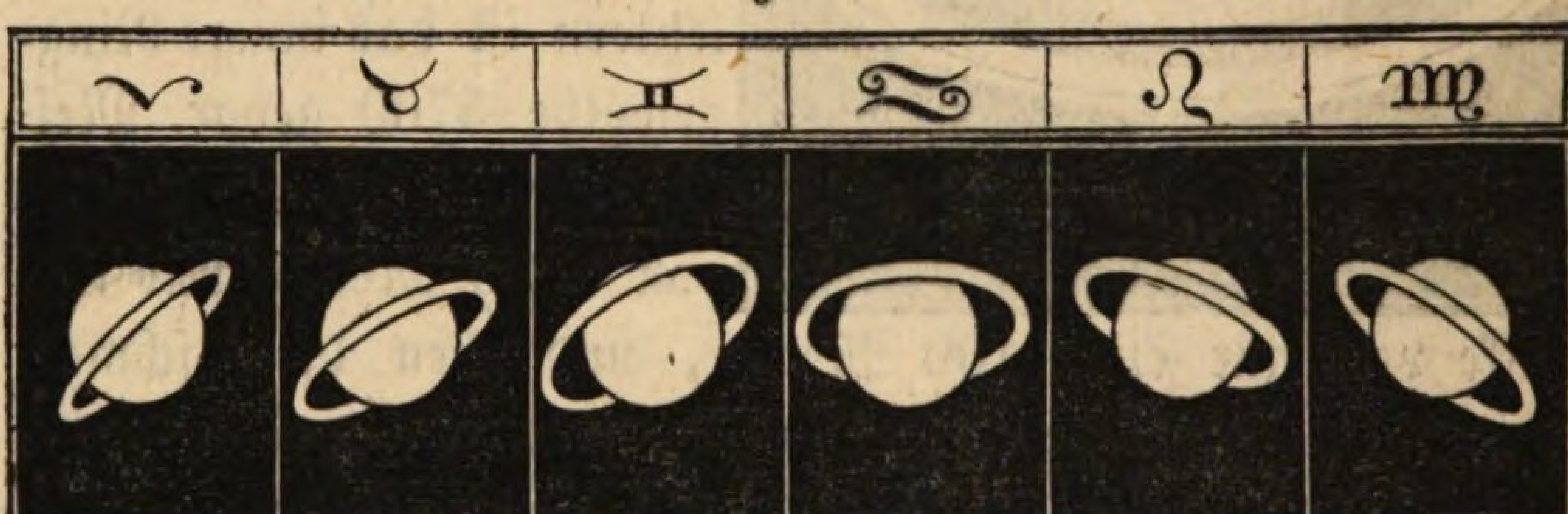
staltete Wolkenbildungen, deren Züge ihn wie Gürtel umgeben, und da öfters selbst sein Umriß merkwürdigen und augenfälligen Veränderungen unterworfen zu sein scheint, so darf man bei Saturn voraussetzen, daß seine Oberfläche von einem flüssigen Stoffe umströmt sei. — Eine große Merkwürdigkeit, wie sie kein Planet besitzt, bietet Saturn, mit dem Fernrohre betrachtet, durch den ihn frei umschwebenden Ring dar. Eine genauere Betrachtung hat gelehrt, daß dieser Ring eigentlich ein doppelter ist, von welchen der äußere eben so frei und in unverrückbarer Stellung um den etwas breitern innern schwebt, wie der innere Ring selbst um den Saturn. — Das Größenverhältniß dieser Ringe ist folgendes. Von der Oberfläche des letztern ist das innere Ringgewölbe 5700 geogr. Meilen entfernt, hat eine Breite von 3935 Meilen und eine Dicke von nur etwa 100 Meilen, und eben diese schmale Seite oder Kante des Ringgürtels ist dem Planeten zugewendet; seine breite Fläche liegt in der verlängert gedachten Ebene des Saturnäquators. Von dem äußern Saume des innern Ringes aufwärts folgt ein Zwischenraum von 568 Meilen, dann der äußere 1579 Meilen breite Ring, der nicht dicker als der innere ist und sich fast genau in derselben Lage, wie der innere, befindet. Ueber die Oberfläche des ganzen Ringes ragen sowohl an der obern, als an der untern Seite ganz mächtige Unebenheiten, gleichsam Berge hervor. Gewöhnlich ist an derselben Stelle, wo sich oben eine solche Erhöhung zeigt, auch nach unten hin eine zu bemerken, so daß diese Unebenheiten wie kleine Planeten-

Fig. 22.



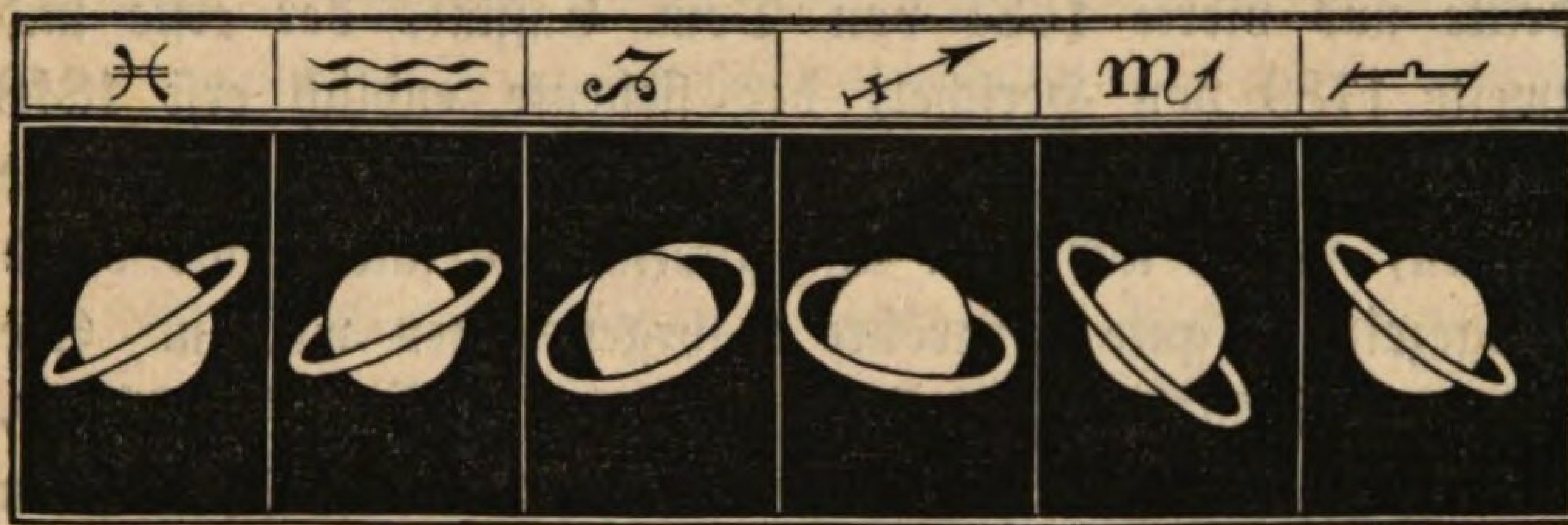
oder Mondkugeln in die übrige Ringmasse eingeschlossen sind. Bei einigen beträgt der Durchmesser von oben nach unten über 700 Meilen; die Berge ragen deshalb zum Theil gegen 300 Meilen hoch über die Oberfläche hervor. — Ein besonderer Umstand ist hier noch zu erwähnen, nämlich der, daß der Ring des Saturn sich in viel hellerm Lichte zeigt, als sein eigentlicher Planetenkörper, und daher jener von einer viel dichtern Masse sein muß, als dieser. — Außerdem zeigt sich dieser Planet nicht immer in derselben Lage und Gestalt. Indem nämlich der Ring in der Ebene des Aequators um den Saturn herumschwebt, und diese Ebene gegen die der Saturnbahn um 30 Grad geneigt ist, so kommt es, daß wir an zwei Stellen der Saturnbahn, in welchen der Planet jetzt den einen, dann den andern Pol uns zuwendet, das Ringgewölbe in seiner ganzen Breite er-

Fig. 23.



blicken, und sein freies Herumschweben um den Saturn bemerken können. An zwei andern Stellen der Bahn jedoch läßt sich blos die schmale Seite oder Kante des Ringes, und zwar nur durch sehr gute Fernröhre als eine feine Lichtlinie wahrnehmen. Die beiden Stellen, wo der Ring am deutlichsten und schönsten gesehen wird, fallen in die Sternbilder des Stiers und des Skorpions. Wenn aber Saturn im Sternbilde des Löwen und gegen die Grenze des Wassermanns hin gesehen wird, dann ist der Ring sehr schwer oder gar nicht zu bemerken. Noch muß ich Ihnen

Fig. 24.



die in neuester Zeit gemachte Entdeckung eines dritten, innerhalb der bis jetzt bekannten beiden liegenden, Ringes kurz mittheilen, mit der Bemerkung, daß diese von Bond, Lassell, Galle und einigen andern Astronomen bemerkte seltsame Erscheinung noch keineswegs die Existenz eines wirklich dritten Saturnringes bestätigt. — Das Ringgewölbe ist den Saturnbewohnern kein Freude bringender Begleiter, weil er nur in den mittlern Aequatorialgegenden zu sehen ist, aber auch da nicht bei Nacht, sondern nur am Tage oder kurz nach Untergang und vor Aufgang der Sonne, und auch blos meist im Sommer erscheint. Denn bei Nacht ist der Ring von seiner Planetenkugel beschattet, und im Winter wirft er, statt sie zu beleuchten, auf jene Seite des Saturn, die nun von der Sonne abgewendet ist, einen Schatten, welcher eine Fläche von etlichen Millionen Quadratmeilen, zum Theil fast 15 Erdenjahre lang bedeckt und hier unzweifelhaft ein furchtbares Dunkel und eine strenge Kälte erzeugen muß. — Sonderbar ist es, daß nach Schröter's Beobachtungen der Saturnring unverrückt feststehen, also blos im Verlauf des langen Saturnjahres einmal in Bezug auf die Sonne sich im Kreise drehen soll, während er nach Herschel und andern Astronomen in etwa 10 Stunden 32 Minuten einmal rotire.

Der Saturn hat außer seinem Doppelringe auch 8 Monde, von denen der sechste, als der größte, den Mars übertrifft

und 1655 von Huyghens, der fünfte und achte 1672, der dritte und vierte 1684 von Dom. Cassini, der erste und zweite 1789 von Herschel, der siebente endlich erst 1848 von Bond und Lassell entdeckt wurden. Fünf dieser Monde können, da sie nur klein und lichtschwach sind, blos durch ausgezeichnet gute Fernröhre wahrgenommen werden. Sie sind, mit Ausnahme des siebenten, im Mittel 19170, 24910, 40970, 52920, 73870, 160710 und 499430 deutsche Meilen vom Mittelpunkte der Saturnkugel entfernt, und drehen sich um dieselbe in $22^1/_2$ Stunden, 1 Tag 9 Stunden, 1 Tag 21 Stunden, 2 Tagen 18 Stunden, 4 Tagen 12 Stunden, 15 Tagen 23 Stunden und 79 Tagen 8 Stunden. Ihre absolute Größe läßt sich durch Messungen nicht scharf bestimmen; nach Schröter sollen die Durchmesser des dritten, vierten, fünften, sechsten und achten Mondes 142, 142, 360, 1046 und 618 Meilen groß sein. — Die Saturnstrabanten haben übrigens von John Herschel auch besondere Benennungen erhalten, nämlich Mimas, Enceladus, Thetys, Dione, Rhea, Titan, Hyperion und Japetus.

Wir kommen nun zu dem Uranus ♅. Dieser von Wilhelm Herschel am 13. März 1781 mit einem 7füßigen Spiegelteleskop zwischen den Hörnern des Stirns und den Füßen der Zwillinge entdeckte Planet schimmert als ein Stern 6. bis 7. Größe, und ist daher nur von einem sehr scharfsichtigen Beobachter mit bloßen Augen und auch nur dann zu erkennen, wenn dieser Beobachter seinen Ort am Himmel genau weiß. — Dieser Planet nun, welcher seine nicht sehr excentrische, 2500 Mill. geogr. Meilen lange, gegen die Ekliptik blos um $^3/_4$ Grad geneigte Bahn in 84 Jahren vollendet, mithin in jeder Secunde blos eine Meile zurücklegt, kann sich der Sonne bis auf $377^9/_{10}$ Mill. Meilen nähern und von derselben sich wieder bis auf $418^9/_{10}$ Mill. Meilen entfernen; seine größte, mittlere und kleinste

Entfernung von der Erde beträgt 424, 386 und 348 Mill. Meilen. — Wegen seines sehr großen Abstandes von der Erde erblickt man diesen Planeten unter einem scheinbaren Durchmesser von nur 3⁴/₅ bis 4 Secunden, obschon Uranus selbst in Wirklichkeit 82 Mal größer als die Erde ist. Die Masse dieses Planeten, nur zum vierten Theile so dicht als die Erdmasse, ist nahe 18000 Mal kleiner als die der Sonne. — Dem Uranus erscheint zwar die Sonne 360 Mal kleiner als uns; da jedoch die Sonnenstrahlen bei einer solchen großen Entfernung nur schwach auf ihn einwirken könnten, sobald er aus eben solchem Stoffe wie unsere Erde bestände, so ist es wohl möglich, daß der Uranus aus einem andern Stoffe gebildet, welcher fähig ist, mittelst der Sonnenstrahlen genug Licht und Wärme für dessen Bewohner, falls es deren giebt, zu erzeugen und zu bewahren. — Die Astronomen haben bis jetzt nur wenig Kenntniß von der Umdrehungszeit und Abplattung dieses Planeten erlangen können, weil die Astronomen bis jetzt keine Flecken auf dem Uranus bemerkt haben, so daß es noch nicht möglich gewesen, die Zeitdauer seines Umschwunges um die eigene Axe zu bestimmen. Dagegen hat in neuerer Zeit Mädler es versucht, aus sorgfältig angestellten Beobachtungen die Abplattung des Planeten zu bestimmen. — Auf seiner langen Wanderung um die Sonne wird Uranus von 6 Monden begleitet, die sämmtlich von Herschel und zwar zuerst zwei am 11. Januar 1787 entdeckt worden sind. Die schwer zu bestimmenden Größen dieser beziehungsweise 49, 63, 74, 85, 170 und 340 Tausend Meilen von ihrem Hauptplaneten entfernten Satelliten müssen aller Wahrscheinlichkeit nach bedeutend sein, da sie in einer solchen ungeheuern Entfernung von der Erde doch noch gesehen werden können. Die Uranusmonde haben beziehungsweise Umlaufszeiten von 5 Tagen 21 Stunden, 8 Tagen

17 Stunden, 10 Tagen 23 Stunden, 13 Tagen 11 Stunden, 38 Tagen 2 Stunden und 107 Tagen 17 Stunden. — Eine Sonderbarkeit der Bahnen der Uranusmonde und des Uranusäquators ist die Neigung derselben, indem diese Bahnen fast senkrecht auf der Uranusbahn stehen, weshalb sie die ganz ungewöhnliche Bewegung von Norden nach Süden haben. Auch ist die Neigung des Uranusäquators gegen seine Bahn sehr nahe ein rechter Winkel. — Die Folgen, welche für Uranus hieraus entstehen, werden wohl ungefähr nachstehende sein: Es muß aller Unterschied der Klimate der verschiedenen Zonen auf dem Uranus wegfallen, dagegen der Unterschied der Jahreszeiten sehr beträchtlich sein. Wenn ferner nahe an einem der Pole des Uranus zur Sommerszeit die Sonne lange und fast unbeweglich im Scheitelpunkte stehen bleibt, und nachher fast ein Jahr lang nur einen sehr kleinen Kreis um das Zenith beschreibt, so zeigen sich die Monde sehr lange Zeit als Erste oder Letzte Viertel; Neu- und Vollmonde treten nur dann ein, sobald ein Uranuspol die Sonne im Horizonte hat. Blos um diese Zeit können sich für die Uranusbewohner Sonnen- und Mondfinsternisse zutragen. — Das Dasein sämmtlicher 6 Uranusmonde ist zur Zeit noch zu bezweifeln; denn von diesen 6 Monden, welche zu den feinsten Lichtpünktchen des ganzen gestirnten Himmels gehören, sind nur zwei mit Bestimmtheit, und zwar nur von Herschel dem Sohne, von Lamont und von Otto v. Struve wahrgenommen, von dem letztern Astronomen auch sorgfältig beobachtet worden. — Ich brauche Ihnen wohl nicht erst bemerklich zu machen, daß, weil Uranus so ungemein weit von der Sonne absteht, er wegen seiner sehr langsamen Fortrückung unter den Fixsternen früher von Astronomen, die ihn zufällig ins Gesichtsfeld ihres Fernrohrs bekamen, für einen Fixstern gehalten wurde. Auch dem berühmten

Herschel wäre es nicht besser ergangen, hätte nicht die starke Vergrößerung seines 7füßigen Spiegelteloskeps ihm den Uranus als eine kleine Scheibe gezeigt, durch die er augenblicklich erkannte, daß Uranus ein Planet sei, indem ja die Fixsterne wegen ihrer unendlich großen Entfernung auch durch die stärksten Vergrößerungen sich blos als Lichtpunkte darstellen. Uranus ist nun, wie man gefunden, wirklich schon beobachtet worden von Tob. Mayer am 25. Sept 1756, von Flamsteed 1690 den 13. Dec. alten Styls; Flamsteed hat ihn außerdem noch zweimal und Lemonnier 12 Mal beobachtet, welche letztere 12 Beobachtungen aus den Jahren 1763 und 1769 sind. Auch Bradley sah im Jahre 1753 den Uranus und beobachtete ihn als Fixstern. Uranus ist mithin vor Herschel bereits 17 Mal gesehen worden.

Noch ist Uranus berühmte Veranlassung zu einer großartigen Entdeckung geworden, von welcher ich Sie bei Betrachtung des Planeten Neptun in Kenntniß setzen werde.

Fünfzehnter Vortrag.

Entdeckungsgeschichte des transuranischen Planeten. — Neptun und dessen zwei Monde.

Meine geehrten Zuhörer! Heute werden Sie eine Entdeckungsgeschichte vernehmen, die nicht nur einen großen Triumph der Astronomie enthält, sondern auch überhaupt zeigt, was der Scharfsinn des menschlichen Verstandes vermag. Es betrifft die theoretische Entdeckung eines, bis in die neueste Zeit unbekannt gebliebenen, großen Weltkörpers unsers Sonnensystems!

Schon gegen das Ende des vorigen Jahrhunderts wurde öfters die Frage aufgeworfen, ob Uranus wohl der äußerste Planet sein würde. In Johann Jacobi's Taschenbuche für 1802 soll sogar bemerkt sein: „Ophion, der letzte Planet, jenseit des Uranus, ist 780 Millionen geogr. Meilen von der Sonne entfernt und braucht zu seinem Umlaufe um dieselbe 250 Jahre. Er ist noch nicht endeckt." Cacciatore glaubte, im Mai 1835 in dem Sternbilde der Jungfrau einen Planeten jenseit der Uranusbahn entdeckt zu haben, was sich aber bald als irrig erwies.

Die Auffindung eines solchen Planeten sollte vielmehr erst in neuester Zeit auf einem ganz andern Wege geschehen. Die ersten Tafeln für Uranus hatten Conti und Delambre entworfen, welche Tafeln bis zum Jahre 1811 stets mit dem wirklichen Orte des Uranus am Himmel übereinstimmten, späterhin aber große Unterschiede zeigten. Zwar machte Bouvard in Paris 1821 seine verbesserten Uranustafeln bekannt, doch wichen auch diese späterhin stark ab. Deshalb stellte die mathematische Classe der königl. Gesellschaft der Wissenschaften in Göttingen im Jahre 1844 die Bearbeitung ganz neuer Uranustafeln als Preisfrage auf und setzte einen Preis von 50 Ducaten aus.

Der Pariser Astronom Le Verrier, welcher sich bereits durch seine Berechnungen des Merkurdurchgangs vom 8. Mai 1845 und des 1843 von Faye entdeckten Kometen ausgezeichnet hatte, machte sich an die Lösung der gedachten Preisaufgabe. Er begann sein Studium der Theorie der Uranusbewegungen und theilte am 10. Nov. 1844 der Pariser Akademie seine mühsamen Untersuchungen mit, aus denen sich ergab, daß bei der bisherigen Berechnung der Störungen des Uranus durch Jupiter und Saturn zahlreiche Mancherlei vernachlässigt worden war, und daß man also durch die Bouvard'schen Tafeln die Bewegung des

Uranus unmöglich genau darstellen könne. Später fand Le Verrier, daß selbst das Vernachlässigte noch keineswegs hinreicht, die Unterschiede zwischen Theorie und Beobachtung vollkommen zu erklären. So betrug z. B. im Jahre 1831 die gefundene Verschiedenheit 188 Secunden, von denen 140 ohne Annahme eines bisher unbekannten Einflusses gar nicht zu enträthseln waren. Dies theilte Le Verrier der Pariser Akademie im Juni 1846 mit der Bemerkung mit, daß er das Dasein eines Planeten jenseit des Uranus mit Bestimmtheit behaupten könne. Er wagte sich nun sogar weiter und bestimmte die heliocentrische Länge seines neuen Planeten für den 1. Januar 1847 zu 325° und die große Axe seiner Bahn auf das Doppelte der großen Axe der Uranusbahn In der Sitzung der Pariser Akademie vom 31. August 1846 machte Le Verrier bekannt, daß er zu seinen Berechnungen sämmtliche alte Uranusbeobachtungen, 19 an der Zahl, ferner 26 andere aus den Jahren 1781 bis 1845, zu Paris und Greenwich angestellt, benutzt habe, aus denen er endlich für den neuen Planeten die Elemente gefunden: halbe große Axe der Bahn = 747⅕ Mill. geogr. Meilen; Excentricität der Bahn = 2⅕ Mill. geogr. Meilen; Länge des Perihels = 284¾°; Umlaufszeit 217⅖ Jahre; mittlere Länge am 1. Januar 1847 = 318° 47′; Masse = $1/_{9300}$ der Sonnenmasse; Zeit der Opposition 1846 am 19. August.

So hatte also Le Verrier ein herrliches Ziel seiner mühsamen Bestrebungen erreicht! Denn er konnte jetzt auf den Ort schließen, welchen der neue Planet zu irgend einer gewissen Zeit am Himmel einnimmt. Es war natürlich, daß Le Verrier sich um die Lösung der Göttinger Aufgabe nicht weiter mehr bekümmerte. Vielmehr meldete er seine Entdeckung an Schumacher in Altona und forderte, weil es für ihn offenbar von größtem Interesse sein mußte, zu erfahren,

ob er eine wirkliche Planetenentdeckung gemacht habe oder nicht, brieflich den Berliner Astronomen Galle auf, sich am Himmel nach dem theoretisch gefundenen Gestirn umzuschauen. Le Verrier's Brief kam am 23. September 1846 in Galle's Hände. Noch am Abende dieses Tages begann Galle, Bremiker's nur fertig gewordene Karte — nämlich Hora XXI. der Berliner akademischen Sterncharten — mit dem gestirnten Himmel zu vergleichen, und fand sehr nahe an dem Orte, welchen Le Verrier für die Stelle des neuen Planeten bezeichnet hatte, wirklich einen Stern 8. Größe welcher nicht in der Bremiker'schen Charte stand. Der Planet war also entdeckt, und, um ganz sicher zu gehen, wurden die Beobachtungen am 24. September Abends wiederholt; und es ergab sich hieraus, daß das Gestirn binnen 24 Stunden sich um 1′ 23″ in Länge rückläufig bewegt habe, folglich ganz so, wie Le Verrier's Theorie es erheischte. Am Abende des 25. Septembers bei sehr reiner Luft sahen Encke und Galle durch den großen Refractor mit 320maliger Vergrößerung das neue Gestirn auch deutlich als eine Scheibe von $2^4/_5$ Secunden scheinbarem Durchmesser; die von Le Verrier im Voraus gemachte Bestimmung gab $3^3/_{10}$ Secunden.

Jetzt war es demnach entschieden, daß das nach der Berechnung Le Verrier's im Voraus am Himmel bestimmte, durch Galle aufgefundene Sternchen wirklich ein neuer Planet und zwar ein jenseit des Uranus in fast doppelter Entfernung befindlicher sei.

Daß durch die Entdeckung dieses neuen Planeten mit den oben angegebenen Elementen die frühern Abweichungen der Uranustafeln vom Himmel nunmehr bis auf wenige Secunden verkleinert worden sind, versteht sich wohl von selbst. Daß aber ein entfernterer Planet an den Unregelmäßigkeiten der Uranusbewegung schuld sein möge, haben mehrere Jahre vor Le Verrier schon andere Astronomen ge-

glaubt, wie z. B. Hussey und Alexis Bouvard. Andere Astronomen dagegen suchten die Ursache solcher Unregelmäßigkeiten in dem Widerstande des Aethers oder in einem großen Uranusmonde, oder auch in einem Kometen; Alles Voraussetzungen, deren gänzliche Unmöglichkeit jedoch Le Verrier gründlich nachgewiesen hat. Bessel scheint ebenfalls an die Existenz eines transuranischen Planeten geglaubt zu haben.

Noch näher als Bessel war ein englischer Mathematiker dem Ziele gekommen, nämlich Adams in Cambridge. Dieser hatte sich schon seit dem Jahre 1843 mit der Berechnung des neuen Gestirns beschäftigt und im September 1845 an Challis und Airy die Elemente desselben übersendet, auch bereits im Juli die Aufsuchung desselben begonnen, ohne jedoch so glücklich wie Galle zu sein. In England erklärte man allgemein, Le Verrier's Verdienst nicht zu schmälern, das ihres Landmannes aber wahren zu wollen, und gewiß ist es, daß bereits am 30. Juli 1846 der neue Planet zu Cambridge, bei Aufnahme der Sterne in der muthmaaßlichen Gegend desselben, ungekannt verzeichnet und am 4. und 12. August auch noch unerkannt beobachtet worden ist. Auch weiß man jetzt als gewiß, daß Adams fast gleichzeitig mit Le Verrier dasselbe Ziel verfolgt und noch etwas früher das nämliche Ergebniß dem Wesentlichen nach gefunden hat, wenn auch Le Verrier nicht nur gründlicher und systematischer zu Werke gegangen, sondern auch, seiner Sache viel sicherer, zuerst damit öffentlich aufgetreten ist. Ich werde nun Ihnen, geehrte Zuhörer, am Schlusse meines heutigen Vortrages das mittheilen, was über den Neptun bis jetzt in Erfahrung gebracht worden ist.

Neptun ♆, so heißt der Le Verrier'sche Planet, kommt erst in fast 168 Jahren um die Sonne, von welcher er eine mittlere Entfernung von 625 Millionen geographische Mei-

len hat, in seiner Bahn herum, welche 1^{0} 47′ gegen die Ekliptik geneigt ist und die nur eine sehr geringe Excentricität von 5 Millionen Meilen hat. Der wahre Durchmesser des Neptuns beträgt etwa 10000 Meilen, folglich ist dieser Planet größer als Saturn, aber kleiner als Jupiter. Wegen seiner scheinbaren Kleinheit ist Neptun nicht mit bloßen Augen aufzufinden, zumal er unter den Fixsternen gleichsam still zu stehen scheint, denn er braucht 14 Jahre Zeit, um ein Sternbild des Thierkreises zu durchwandern. — Seine Rotationszeit kennt man deshalb nicht, weil wegen der gar zu großen Entfernung es unmöglich ist, Flecken auf ihm wahrzunehmen. — Challis in Cambridge will einen Neptunsring entdeckt haben, doch ist bis jetzt noch nichts weiter bekannt geworden, als daß der Durchmesser desselben sich zu dem des Neptuns wie 3 zu 2 verhalten soll. —

Noch bemerke ich Ihnen, daß Neptun auf seiner Wanderung um die Sonne von zwei Monden begleitet wird. Der erste derselben wurde von Lassell am 3. October 1846, der andere von demselben am 13. August 1850 entdeckt, obgleich Bond diesen schon Ende Octobers 1846 aufgefunden haben will. Ihre Bahnen sind wegen noch fehlender hinreichenden Beobachtungen natürlich noch ganz unbekannt. Leicht möglich, daß es noch mehrere Neptunstrabanten giebt.

Ich will endlich Sie noch darauf aufmerksam machen, daß man die Frage bereits aufgeworfen hat, ob es möglich sei, einen Planeten — der noch weiter als Neptun von der Sonne entfernt ist, und dessen Existenz durchaus nicht als unwahrscheinlich gehalten zu werden braucht — noch zu entdecken. Diese Frage könnte wohl mit Ja! beantwortet werden, sobald man sich die Voraussetzung erlauben dürfte, daß dieser noch unbekannte Planet nicht kleiner als Jupiter sei und nicht schwächer glänze als Saturn, und daß man zugleich mit der Zeit noch vollkommenere Sehwerk-

zeuge anzufertigen im Stande sein würde. Aber eine andere Frage wäre dann freilich diese, wie man ein Fortrükken unter den Fixsternen, welches natürlich noch langsamer als das des Neptuns sein würde, in einer oder in zwei Nächten mit Gewißheit zu erkennen im Stande sein möchte.

Sechszehnter Vortrag.

Die Fixsterne. — Sternbilder. — Sterncharten u. s. w. — Die Milchstraße.

In meinem heutigen Vortrage werde ich Sie mit denjenigen Himmelskörpern näher bekannt machen, die von allen, welche man unter dem Namen Gestirne begreift, in der überwiegendsten Mehrzahl vorhanden sind, nämlich mit den Fixsternen.

Die Fixsterne sind solche Sterne, welche unter sich stets in denselben Stellungen verbleiben und die nämlichen Entfernungen von einander behalten. Ihre Anzahl läßt sich natürlich blos beiläufig schätzen. Mit bloßen Augen können wir am ganzen Himmel ungefähr 5 Tausend Fixsterne erblicken. Allein, wenn wir den Himmel mit einem guten Kometensucher durchmustern, so werden wir bald gestehen müssen, daß die Menge der Fixsterne unendlich groß und mithin unzählbar sei. Und je besser und je stärker ein Fernrohr ist, desto mehr Sterne kann man alsdann durch dasselbe wahrnehmen. Und schauen Sie endlich durch ein sehr lichtstarkes Teleskop nach jenem weißen Lichtschimmer hin, welchen man die Milchstraße nennt, die sich wie ein dichter Sternenschleier über das ganze Himmelsgewölbe hinzieht, so verschwindet dieser die Milchstraße bildende Lichtschimmer, denn unserem

Auge stellt sich nun ein völlig unermeßliches Heer von Sternen dar.

Sie wissen bereits, daß die Fixsterne in verschiedener Größe und Helligkeit strahlen. Seit uralten Zeiten pflegt man die, mit bloßen Augen sichtbaren, nach ihren verschiedenen scheinbaren Größen in Classen einzutheilen. Die in ausgezeichneter Größe glänzenden Fixsterne heißen Sterne der ersten Größe, minder helle, Sterne der zweiten Größe, die noch weniger glänzenden, Sterne der dritten Größe und so bis zur siebenten Größe in stets absteigender Stärke des Lichtes fort, so daß die von der siebenten Größe diejenigen sind, welche kaum noch mit bloßen scharfsichtigen Augen erkannt werden können. Die übrigen nur durch Fernröhre bemerkbaren Fixsterne werden teleskopische Fixsterne von der achten, neunten, u. s. w. Größe genannt. Die Astronomen haben übrigens zur Bequemlichkeit ihrer Beobachtungen Sternkataloge oder Fixsternverzeichnisse angelegt, d. h. Sammlungen von Sternen, geordnet nach Rectascension und Declination, und zwar so, daß die Sterne so auf einander folgen, wie sie nach und nach durch den Meridian gehen.

Daß die hellsten Sterne, nämlich die der ersten und zweiten Größe, auch die wirklich größten, die teleskopischen Sterne aber die wirklich kleinsten von allen sind, ist wohl nicht durchgängig zu behaupten. Auch machen die Astronomen es sehr wahrscheinlich, daß viele von den Fixsternen, die in der That größer als andere sind, dennoch uns kleiner als diese erscheinen, sobald sie von uns entfernter sind, während wirklich kleinere Fixsterne sich größer zeigen müssen, weil sie nicht so weit als andere entfernt sind. Sie wissen ja selbst, daß z. B. eine Hütte uns größer vorkommen kann als ein Thurm, sobald wir der Hütte weit näher als dem Thurme stehen.

Wie groß aber die Fixsterne in der Wirklichkeit sind, davon wissen die Astronomen deshalb bis jetzt nur Allgemeines zu sagen, weil bei den meisten Himmelskörpern dieser Art die Entfernungen so unendlich groß sind, daß es völlig unmöglich ist, durch irgend eine Art von messenden Beobachtungen die Größe der Fixsterne sicher zu bestimmen. So können z. B. die scheinbaren Durchmesser dieser Weltkörper, welche sämmtlich Sonnen sind, d. h. Weltkörper, die in ihrem eigenen Lichte strahlen, durchaus ganz und gar nicht gemessen werden, weil sie, durch gute Fernröhre betrachtet, nur strahlende Lichtpunkte ohne bemerkbare Ausdehnung sind. Dieser Umstand und die seit Jahrtausenden schon gemachte Erfahrung, daß die Fixsterne ihre gegenseitigen Stellungen nicht verändern, wenigstens für das bloße sie betrachtende Auge, beweisen nun offenbar die ungeheuere Entfernung dieser Weltkörper und zugleich die Richtigkeit der Annahme, daß sämmtliche Fixsterne des Himmels wirklich Sonnen wie die unsrige sind, weil sie sonst durch die stärksten Vergrößerungen der Teleskope an Licht verlieren, d. h. matter erscheinen müßten, wie es bekanntlich bei den Planeten der Fall ist, die ihr Licht erst von einer Sonne empfangen.

Unter **Sternbildern** oder **Constellationen** versteht man Gruppen von Sternen, die nach ihrer meistens nur wenig oder gar nicht ähnlichen Gestaltung mit Menschen, Thieren und andern Gegenständen verglichen und mit deren Namen benannt worden sind, wahrscheinlich und hauptsächlich in der Absicht, dem Gedächtniß in der Kenntniß und im Ueberblick des gestirnten Himmels zu Hilfe zu kommen. Doch hat man auch sehr bald mythologische und sterndeuterische Vorstellungen mit diesen Bildern verbunden. — Wann die Sternbilder eingeführt worden sind, ist zwar nicht zu bestimmen, doch stammen sie unzweifelhaft aus dem

höchsten Alterthum, da schon Homer, Hesiodus und die Bücher des alten Testaments einzelne Sternbilder erwähnen. Leicht möglich aber auch, daß die Chinesen früher als alle andern Nationen, die Indier ausgenommen, die Sterne in Sternbilder eingetheilt haben. Bleibt also auch das Alter der Sternbilder ungewiß, so ist doch wenigstens so viel gewiß, daß die Benennungen der ältern Sternbilder in einem gewissen Zusammenhange mit dem Zustande des Himmels zur Zeit ihrer Einführung und Annahme gewesen sein müssen, nur daß bei genauerer Nachforschung auch hier mancherlei Schwierigkeiten in der Auslegung und nicht wenige, oft nur schwer zu beseitigende Widersprüche auftauchen. Die Erzählungen von dem mythologischen Ursprunge der Sternbilder haben wegen ihrer Ungereimtheiten spätere Astronomen bewogen, geeignetere Bilder einzuführen. Allein es verfielen diese Astronomen, wie z. B. Weigel und Schiller, wieder in andere Fehler. Weigel setzte die Wappen von adligen Familien, Schiller die Heiligen der katholischen Kirche an den Himmel. In den neuern Zeiten hat man sich mit Recht solche unnütze Veränderungen, die blos noch mehr Verwirrung erzeugt haben würden, nicht erlaubt, sondern die alten Sternbilder mit ihren alten Benennungen beibehalten. Indessen sind zu den alten Sternbildern noch neuere hinzugekommen. Als man nämlich die Sterne des südlichen Himmels näher kennen zu lernen anfing und die Nothwendigkeit einsah, diese vielen den Alten unbekannt gebliebenen Sterne in neue Gruppen zu ordnen, gab man diesen neuen Sternbildern, der Sitte der Alten gemäß, Benennungen von Thieren, zum Theil auch von neuern nützlichen Erfindungen. Doch suchten auch manche der neuern Astronomen durch Begründung dieses oder jenes Sternbildes, wie z. B. Herz Karls II. oder Friedrichs-Ehre, ihre Fürsten zu ehren. — Die Zahl sämmtlicher Sternbil-

der der Alten beträgt blos 48. Von diesen kommen 12 auf den Thierkreis; 21 sind nördliche und 15 südliche Sternbilder. Zu diesen 48 alten sind nach und nach bis auf die neueste Zeit noch 60 neue nördliche und südliche Sternbilder hinzugekommen. Es giebt daher jetzt am ganzen Himmel etwa 108 Sternbilder. Von diesen gehen im mittlern Deutschland 10 niemals unter, 13 nicht ganz unter, 25 niemals auf, 11 nicht ganz auf, 45 aber auf und unter. — Die 12 Sternbilder des Thierkreises heißen der Widder, der Stier, die Zwillinge, der Krebs, der Löwe, die Jungfrau, die Waage, der Skorpion, der Schütze, der Steinbock, der Wassermann, die Fische. Die auch in den Kalendern vorkommenden Zeichen derselben oder richtiger der Ekliptik sind ♈, ♉, ♊, ♋, ♌, ♏, ♎, ♍, ♐, ♑, ♒ und ♓.

Die 21 alten nördlichen Sternbilder heißen die Cassiopeja, die Andromeda, das nördliche Dreieck, der Perseus (mit dem Medusenhaupte), der Fuhrmann, der große Bär, der kleine Bär, der Drache, der Bootes, die nördliche Krone, der Herkules, der Ophiuchus (Schlangenträger), die Schlange (des Ophiuchus), die Leier, der Adler, der Schwan, der Pfeil, der Delphin, das kleine Pferd, (Füllen), der Pegasus und der Cepheus. —

Die 15 alten südlichen Sternbilder heißen der Walfisch, der große Hund, der kleine Hund, die große Wasserschlange, der Becher, der Rabe, der Wolf, der Centaur, das Schiff (Argo), die südliche Krone, der südliche Fisch, der Hase, der Altar, der Eridanfluß und der Orion (das schönste Sternbild am ganzen Himmel). —

Die 60 neuern nördlichen und südlichen Sternbilder sind der Antinous, das Haupthaar der Berenice, die

Fig. 25.



Karlseiche, die Taube, das Kreuz, das Sobiesky'sche Schild, das Einhorn, die Giraffe oder das Kamelopard, der uranische Sextant, die Jagdhunde, der kleine Löwe, der Luchs, der Fuchs mit der Gans, die Eidexe, das kleine Dreieck, die Fliege, (beim Widder), der Cerberus (beim Herkules), die amerikanische Gans, der Phönix, die kleine Wasserschlange, der Schwertfisch, der fliegende Fisch, das Chamäleon, der Paradiesvogel, das südliche Dreieck, der Pfau, der Indianer, der Kranich, der Berg Mänalus (beim Bootes), das Herz Karl's II., das Rennthier, der Einsiedler, der Poniatowsky'sche Stier, der Erntehüter, der Mauerquadrant, das Brandenburgische Scepter, die Friedrichs-Ehre, die Georgsharfe, das Herschel'sche Teleskop, der Luftballon, die Buchdruckerwerkstatt, die Elektrisirmaschine das Log mit der Leine, die Bildhauerwerkstatt, der chemische Ofen, die Pendeluhr, das rhomboidische Netz, der Grabstichel, die Malerstaffelei, der Seecompaß, die Luftpumpe, der Seeoctant, der Zirkel, das Lineal und Winkelmaaß, das astronomische Fernrohr, das Mikroskop, der Tafelberg, die Setzwaage, die

Katze und die südliche Fliege (Biene). Ich muß hier noch anführen, daß einzelne Fixsterne ebenfalls besondere Namen schon seit langen Zeiten erhalten haben, welche Namen Sie auf manchen Sternkarten angegeben finden; wie z. B. Aldebaran, Sirius, Castor, Wega u. s. w. Indessen bezeichnen die Astronomen schon seit dem Anfange des 17. Jahrhunderts allgemein, und zwar in jedem Sternbilde besonders, die einzelnen Sterne mit den kleinen und großen Buchstaben des griechischen und lateinischen Alphabets, nämlich α, β, γ, δ u. s. w.; a, b, c, d u. s. w., welche Bezeichnungsweise noch jetzt die bequemste und gangbarste ist. —

Es giebt nun bekanntlich Hilfsmittel, durch die man am Himmel die einzelnen wichtigsten Sterne und Sternbilder aufsuchen und kennen lernen kann; z. B. die Sternkarten, den Himmelsglobus, die Planisphären und Sternuhren, so wie das Uranoskop. Im allgemeinsten Gebrauch sind die Sternkarten und Planisphären, weniger der allerdings theure Himmelsglobus, ob er gleich den wesentlichen Vortheil darbietet, daß man ihn nach dem jedesmaligen Stande des gestirnten Himmels stellen (orientiren) kann, einen Vortheil, welchen die Sternuhren in gewisser Hinsicht wohl ebenfalls besitzen. Das Uranoskop möchte freilich das beste Mittel sein, ohne alle fremde Beihilfe die Sternbilder in kürzester Zeit am Himmel aufsuchen und kennen zu lernen; aber es ist dagegen auch das kostspieligste von allen. — Sie werden nun aber leicht selbst schon begreifen, daß man bei Anwendung eines der von mir so eben genannten Hilfsmittel entweder schon ein oder zwei Sternbilder am Himmel selbst kennen muß, um von ihnen ausgehend die übrigen Sternbilder aufsuchen und kennen zu lernen, oder daß man sich erst die Gelegenheit zu verschaffen suchen muß, von einer mit dem gestirnten Himmel schon

vertrauten Person öfters mündliche Anleitung zur Kenntniß der einzelnen größern Fixsterne und Sternbilder zu erhalten. Da aber eine solche Gelegenheit sich nur selten darbietet, und ein mündlicher Unterricht ohnedies endlich den Lehrer und den Schüler zugleich ermüdet, so ist unter allen Umständen wohl die Anwendung der Methode der Alignements am meisten für den Fall zu empfehlen, wo man ganz allein sich mit dem Sternenhimmel bequem und sicher zu jeder Zeit vertraut machen will.

Sie werden nun aber fragen, worin die Methode der Alignements besteht. Ich gebe Ihnen hierüber folgende Auskunft. Mit Hilfe einer Alignementscharte verbindet man die vorzüglichsten Fixsterne durch gerade Linien oder eigentlich durch Bogen am Himmel selbst, versteht sich in Gedanken, wodurch man von bekannten Sternen stufenweise zur Kenntniß anderer bisher noch nicht gekannter Sterne gelangt. Gewöhnlich pflegt man von dem großen Bären (dem sogenannten großen Himmelswagen) auszugehen. Wird nämlich vom Sterne β im Viereck des großen Bären eine Linie nach dem Sterne α (Dubhe) gezogen und diese Linie genugsam verlängert, so wird dieselbe auf den Stern α (zweiter Größe) an der Schwanzspitze des kleinen Bären (man s. die Figur 1. S. 3) d. h. auf den Polarstern treffen. Wenn man also diesen ansieht, so hat man vor sich Mitternacht (Nord), hinter sich Mittag (Süd), rechts Morgen (Ost) und links Abend (West). Vom großen Bären nun und vom Polarstern aus geht man alsdann mit Hilfe der Alignementscharte weiter.

Ich brauche Ihnen wohl nicht erst ausführlich zu sagen, daß beim Beobachten des gestirnten Himmels die Fähigkeit zu sehen nicht mangeln dürfe, wozu ein scharfes Auge gehört, daher kurzsichtige Personen sich einer passenden Brille bedienen müssen. Ferner kann ein gegen schwächere

Lichteindrücke unempfindlich bleibendes Auge sich eines lichtstarken Opernguckers von nur unbedeutender Vergrößerung bedienen. Ein solches Glas leistet sogar einem schärfern Auge hinsichtlich eines lichtschwachen Gegenstandes des Himmels gute Dienste. Da ferner durch anhaltendes Beobachten selbst das kräftigste Auge endlich ermüdet, und dann lichtschwächere Gegenstände fast oder gar nicht mehr wahrnehmen kann, so ist es durchaus erforderlich, daß man vor der Anstellung neuer Beobachtungen eine Weile desto länger und im Dunkeln ausruhen müsse, sobald die nächsten Beobachtungen vorzüglich kleinern Sternen gewidmet werden sollen. Daß endlich während des Beobachtens selbst kein fremdes Licht störend auf die Augen wirken dürfe, werden Sie wohl selbst begreifen. Zwischen hellerleuchteten Häusern, oder geblendet vom Scheine der Straßenlaternen, wird man folglich eben so wenig, als von dem Fenster eines erleuchteten Zimmers aus, den gestirnten Himmel deutlich sehen können. Mondhelle Nächte, besonders um die Zeit des Vollmonds, sind natürlich ganz ungeeignet, am Himmel die Sternbilder aufsuchen und kennen zu lernen.

Jetzt komme ich zu einem der erhabensten Gegenstände am Himmel, zur Betrachtung der Milchstraße. Dies ist bekanntlich ein den ganzen Himmel umziehender, hellglänzender Streifen, welcher die Sternbilder Cepheus, Schwan, Adler, Ophiuchus, Schütze, Skorpion, Altar, Centaur, Schiff, Zwillinge, Orion, Perseus, Cassiopeja und wieder Cepheus trifft. Dieser Streifen besteht eigentlich aus zwei Aesten, die sich bis auf eine gewisse Weite von einander entfernen, beim Altar und Schwan aber wieder vereinigen; er bildet für das bloße Auge in seinem matt-ruhigen Lichte einen angenehmen Gegensatz zu den einzelnen funkelnden Fixsternen. — Durch ein sehr gutes Fernrohr betrachtet stellt sich die Milchstraße als eine Menge unzähliger kleiner Sterne dar, die

wegen ihres zusammenfließenden Glanzes jenen Lichtschimmer erzeugen. An einzelnen Stellen sieht man die Milchstraße ausnehmend hell, an andern wieder nur matt; man gewahrt sogar einzelne vollständige Unterbrechungen und ziemlich weit sich erstreckende Ausläufer, auch große Spalten und Oeffnungen. Je näher der Milchstraße ein sehr gutes Fernrohr von allen Seiten gerückt wird, desto mehr sieht man allmälig dichter stehende Sterne mit wachsendem Schimmer. — Alle Sterne der Milchstraße nun bilden offenbar ein für sich bestehendes Ganze, ein sogenanntes Sternensystem; der kreisförmige Zug der Milchstraße zeigt zugleich, daß unser Planetensystem wahrscheinlich blos einen sehr kleinen Theil dieses Sternensystems bilden und in der Nähe des Mittelpunktes der Milchstraße stehen muß. Hätte nun dieses Sternensystem die Form einer Kugel, in deren Mittelpunkte die Erde stände, so würden wir an allen Stellen des Himmels höchst wahrscheinlich gleich viel Sterne erblicken. Dies ist aber nicht der Fall und so wird das Sternensystem, d. h. die Milchstraße wohl nur linsenförmig gestaltet sein. Wir werden folglich mit dem nach der scharfen Kante dieser Linse, d. h. nach der fernsten Grenze des Systems gerichteten Auge die meisten, am dichtesten gedrängten Sterne wahrnehmen müssen, wie wir auch in Wirklichkeit wahrnehmen.

Siebenzehnter Vortrag.

Die Doppelsterne.

Geehrteste Anwesende! Wenn die Fixsterne und die Milchstraße wegen ihrer unermeßlichen Menge und Entfernungen Sie zum größten Erstaunen hingerissen haben, so werden Sie jetzt nicht minder erstaunen über eine Gattung Ihnen noch völlig neuer Gegenstände des Firmaments, welche schon bei ihrem Anblick das Auge des Beschauers durch ihre Farben und ihre Zartheit entzücken!

Als man mit dem Fernrohr den gestirnten Himmel zu betrachten anfing, zeigten sich an manchen Stellen, wo man mit bloßen Augen nur einfache Sterne gesehen, zwei oder auch mehrere Sterne nahe beisammen. Die Nichtwahrnehmung ohne Fernrohr lag oft in dem zu schwachen Lichte des kleinern Sterns, öfter noch in der zu großen Nähe beider Sterne, wodurch der Lichtglanz des einen sich mit dem des andern für unser Auge vermischte. Man nennt seitdem solche durch das Fernrohr trennbare Sterne Doppelsterne, wenn es mehrere sind, vielfache Sterne. Diese beiden Benennungen lassen aber, wie Mädler sagt, unentschieden, ob diese Sterne wirklich in einer nähern Verbindung stehen oder nicht. Denn bei der Unkenntniß der wirklichen Entfernung jedes einzelnen Sterns von der Erde vermag die Wahrnehmung allein nicht zu entscheiden, ob solche Fixsterne in der That nahe neben einander oder nur für unsern Standpunkt in beinahe gleicher Richtung hinter einander stehen. Sei in c das Auge des Beobachters, so können a und b eben so gut, wie d und b, einen Doppelstern bilden, jedoch im erstern Falle einen optischen, im andern einen physischen Doppelstern.

Fig. 26.



Bis zum Jahre 1776 kannte man blos wenige Doppelsterne, und keiner von ihnen war näher untersucht. Mithin konnte man noch keine Ahnung von den Aufschlüssen haben, die man durch sie erlangen würde. Auch genügten die damaligen Hilfsmittel durchaus nicht, mit einigem Erfolge die nähere Untersuchung der Sternpaare anzustellen. Von den damals schon bekannten Sternpaaren sind die merkwürdigsten: der am 7. September 1700 von Gottfried Kirch zuerst gesehene im großen Bären Mizar; Castor; γ Widder; p Schlangenträger, a Wasserschlange, 61 Schwan und der von Bradley entdeckte b Schütze.

Da trat plötzlich Christian Mayer in Mannheim mit seinen Beobachtungen der Fixsterntrabanten auf, die ihm, da man sich eine unrichtige Vorstellung von der Sache machte, Widerspruch zuzogen und doch begründet waren. Man bewies weitläufig, daß ein mit geborgtem Lichte leuchtender und einen Fixstern umkreisender Planet nie von uns gesehen werden könne, und nahm stillschweigend oder ausdrücklich an, daß nur dunkle Weltkörper um Sonnen kreisen könnten. Erschien aber auch der Name Fixsterntrabant für jene Zeit etwas gewagt, so hatten doch Mayer's Beobachtungen unbestrittenen Werth. Allerdings blieb Mayer den Beweis schuldig, daß die bemerkten Veränderungen der Doppelsterne nicht von eigenen Bewegungen derselben im Weltraume herrührten: allein es genügte für jene Zeit, die Vorstellung angeregt zu haben.

Nun fing im Jahre 1776 Wilhelm Herschel an, mit seinen Riesenteleskopen in die Tiefen des Fixsternhimmels einzudringen. Seine Arbeiten in diesem Zweige der Astronomie dauerten bis zum Jahre 1783, und betrafen die

Messungen von 450 Doppelsternen. Herschel zeigte, daß die große Anzahl dieser Gestirne, verbunden mit dem ungemein kleinen Winkel, unter dem wir sie erblicken, nicht anzunehmen erlaube, daß diese Erscheinungen überall nur in der zufälligen Stellung unseres Sonnensystems begründet seien, daß der Fall, wo zwei Sterne so genau in gerader Linie mit dem Sonnensystem ständen, als hierzu erfordert wird, viel seltener sein müsse, mithin die meisten Doppelsterne wirklich in näherer Beziehung zu einander ständen und Systeme bildeten, in welchen man nach Jahren Bewegungen, ähnlich denjenigen, welche die Planeten und ihre Monden zeigen, zu entdecken hoffen dürfte. Herschel meinte daher, daß die genaue Beobachtung der Richtungswinkel und Abstände der Doppelsterne von höchster Wichtigkeit sei, um erstens bei den wirklichen Doppelsternen ihre Bahnen und gegenseitig wirkenden Kräfte kennen zu lernen, und zweitens bei den scheinbaren Sternpaaren den Unterschied ihrer jährlichen Parallaxen bestimmen zu können. Aber Herschel's Entdeckungen und Vorschläge fanden, ungeachtet sie bewundert wurden, keine Mitarbeiter. Er hatte es daher nur seinen eigenen Untersuchungen zu danken, daß er nach 20 Jahren — 1802 bis 1804 — bei einer neuen Musterung der Sternpaare unzweifelhafte Aenderungen in deren Stellungen und dadurch seine Ansichten bestätigt fand. Erst John Herschel setzte nach seines Vaters Tode mit James South bis zum Jahre 1833 in England und Frankreich, und später am Cap der guten Hoffnung, die Untersuchungen von Sternpaaren mit großem Eifer fort, um auch den noch wenig bekannten südlichen Himmel in gleicher Absicht zu beobachten. Fast zu gleicher Zeit haben Dawes, Smith, Amici u. A. viele der feinern Sternpaare nach Abstand und Richtungswinkel gemessen.

Die Sternwarten zu Dorpat und Königsberg sind die

ersten, welche die Beobachtungen der zusammengesetzten Fixsterne nach einem regelmäßigen Plane bewirkten; ihnen folgten in den neuesten Zeiten München, Berlin, Leyden und Cincinnati. Insbesondere wählte Bessel, nach einer Verabredung mit Struve, 38 der hellern Doppelsterne aus, um durch häufig wiederholte und nahe gleichzeitige Beobachtung des Abstandes und der Richtung die Kraft der beiderseitigen Hilfsmittel, so wie Uebereinstimmung ihrer Ergebnisse vergleichend zu prüfen. Aber das Höchste, was auf diesem unerschöpflichen Felde bis 1824 geleistet worden, hat Struve in Dorpat gethan. Er begann seine Hauptarbeit, als im Jahre 1824 der große Fraunhofer'sche Refractor nach Dorpat kam, nach einem von ihm entworfenen Plane, und im Jahre 1837 erschien von ihm ein Werk, welches die wiederholten Mikrometermessungen von 2710 Doppelsternen enthält und als die wahre Grundlage für alle gegenwärtigen und zukünftigen derartigen Forschungen betrachtet werden kann. So hat Struve bereits den Versuch gemacht, die Parallaxe des Doppelsterns α Leier, den er entschieden für optisch hält, zu bestimmen, und findet aus 96 Beobachtungen im Mittel nur etwas mehr als ¼ Secunde, was auf eine Entfernung von 768000 Sonnenweiten führen würde.

Die Zahl der von Struve gemessenen Doppelsterne beträgt nach den verschiedenen Classen mit hellern Nebensternen: I. Cl. 62, II. Cl. 116, III. Cl. 133, IV. Cl. 130, V. Cl. 54, VI. Cl. 52, VII. Cl. 54, VIII. Cl. 52. Summa 653. Mit schwächern Nebensternen: I. Cl. 29, II. Cl. 198, III. Cl. 402, IV. Cl. 452, V. Cl. 298, VI. Cl. 179, VIII. Cl. 429; im Ganzen 1987.

Unter 2640 Sternpaaren sind mit einbegriffen: 64 dreifache Sterne, 3 vierfache Sterne, 1 fünffacher Stern, nach neuern Forschungen sogar 7facher. Nimmt man dagegen

für diese mehrfachen Sterne etwas weitere Grenzen an, so erhält man bis zu 75 Secunden hin überhaupt: 113 dreifache, 9 vierfache, 2 fünf- und mehrfache. Unter den hellern Doppelsternen sind in Bezug auf Farbe 596 Paare untersucht, und diese geben folgende Verhältnisse: A, Sterne von gleicher Farbe: Glänzend weiß 78 Paare, weiß 217, weißgelb 27, gelblich 35, gelb 11, goldfarbig 2, grün 5, 375 Paare. B, Sterne von ähnlichen, verwandten Farben: Gelb und weiß 30 Paare, weiß und blau 53, beide gelb, aber von verschiedenem Grade 13, beide blau, von verschiedenem Grade 5, 101 Paare. C, Sterne von verschiedenen Farben: Gelb und blau 52 Paare, gelb und bläulich 52, grün und blau 16, im Ganzen 120 Paare. Am häufigsten ist der Begleiter, wenn er überhaupt eine Farbe hat, bläulich. Der bläuliche Begleiter findet sich: bei weißen Hauptsternen 53, bei gelblichen 52, bei gelben 52, bei grünen 16 Mal. Zu den gelben sind auch hier die röthlichen gerechnet, so wie zu den blauen die aschfarbenen und purpurfarbenen. Von letzterer Art finden sich 13 Begleiter. Uebrigens hat die in Pulkowa 1840 und 1841 ausgeführte neue Durchforschung des nördlichen Himmels 514 Doppelsterne kennen gelehrt, von welchen einige drei- und mehrfach sind, die zum Theil früher nur als doppelt wahrgenommen worden sind.

Die Frage, ob diese Sternpaare wirkliche oder scheinbare Doppelsterne sind, kann auf zweierlei Weise beantwortet werden. Erstlich wenn aus der Gesammtzahl der Sterne innerhalb gewisser Größen ermittelt wird, wie viel Sternpaare durchschnittlich in den verschiedenen Classen am Himmel vorkommen würden, wenn sie sämmtlich optische Doppelsterne wären. Die so gefundenen Zahlen, verglichen mit der Anzahl wirklich vorhandener, geben dann den allgemeinen Maaßstab der Wahrscheinlichkeit für die eine oder die

andere. Man kann aber auch zweitens aus dem gegenseitigen Verhalten der beiden Sterne jedes einzelnen Paares, namentlich aber aus ihren Bewegungen, theils mit Gewißheit, theils mit größerer oder geringerer Wahrscheinlichkeit für die eine oder die andere Annahme entscheiden. Wären die Fixsternparallaxen mit hinreichender Genauigkeit bekannt, so würde die einfachste Entscheidung die sein, daß Doppelsterne mit gleichen Parallaxen physische, mit verschiedenen optische wären.

Der Fixsternhimmel zeigt an mehrern Stellen Anhäufungen sehr heller oder beträchtlich vieler Sterne, bei denen wohl blos Zufall stattfinden kann. Sind Sternpaare zu den wirklichen zu zählen, so werden sie auch eine gegenseitige Wirkung auf einander ausüben, welche die etwaigen Wirkungen dritter Körper weit überwiegt; sie werden also ein System bilden. In Folge dessen werden sie um einander oder um ihren gemeinschaftlichen Schwerpunkt Bahnen beschreiben, wodurch ihre gegenseitigen Richtungswinkel und in den meisten Fällen auch der Abstand geändert werden muß. Sie werden ferner, wenn auch eine anderweitige Bewegung im Weltenraume stattfindet, diese letztere gemeinschaftlich vollführen, wie Erde und Mond die Bewegung um die Sonne. Beides wird, wenn gleich oft erst nach vielen Jahren, durch Beobachtungen von der Erde aus erkannt, und mithin die erwähnte thatsächliche Entscheidung herbeigeführt werden können.

Unter den 560 Sternen, welche Argelander in Bezug auf eigene Bewegnng untersucht hat, kommen 53 Struve'sche Doppelsterne vor: unter diesen waren 41 Sterne bereits von Herschel beobachtet und deren eigene Bewegung außer Zweifel gesetzt worden. Sie konnten daher in Bezug auf die Natur ihres Doppelseins untersucht werden, und man hat gefunden, daß in 40 von diesen Sternpaaren der Haupt-

und Nebenstern die gleiche eigene Bewegung verfolgt haben. Sie müssen folglich für Systeme gehalten werden.

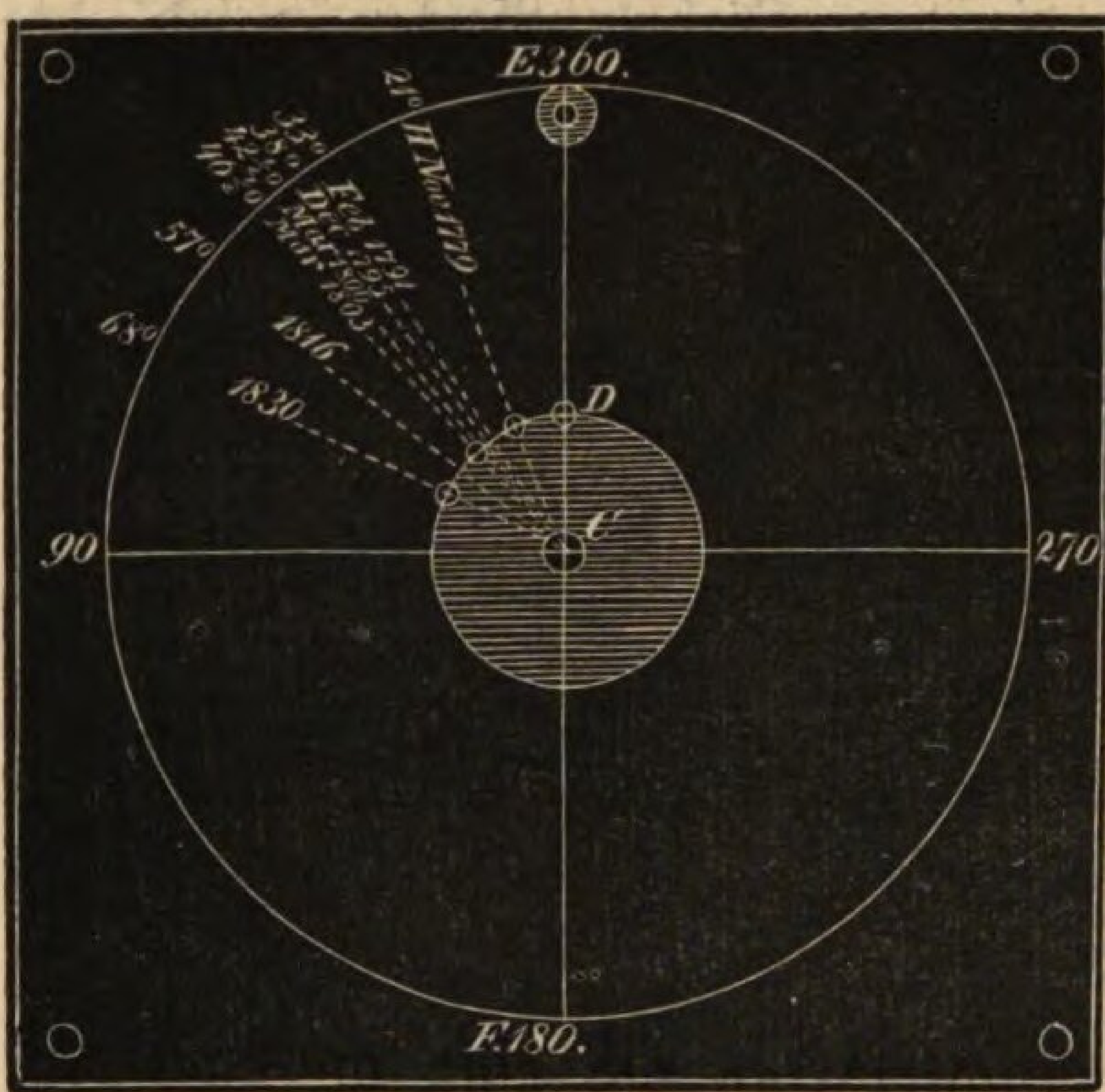
Ferner finden sich 27 Sternpaare von 32 Secunden bis 7 Minuten Abstand, die sowohl in Argelander's Verzeichniß, als bei Struve und Herschel vorkommen. Von diesen ergiebt die Untersuchung 14 wirkliche, 9 scheinbare und 4 noch zweifelhafte Sternpaare.

Den entscheidendsten, freilich auch schwierigsten Beweis muß die Bewegung im Systeme selbst darbieten, und auf diese sind vorzugsweise die Bemühungen der Beobachter gerichtet gewesen. In einigen Jahrhunderten wird die Astronomie freilich an Kenntnissen dieser Art reicher sein; gegenwärtig ist aber kaum bei dem sechsten Theile der Doppelsterne die Spur einer Bahnbewegung mit Sicherheit entdeckt. Aber selbst dies Wenige hat schon zu äußerst wichtigen Aufschlüssen geführt Unter 2640 Sternen war bis zum Jahre 1836 bei 58 Paaren die Stellungsveränderung mit Gewißheit erkannt, bei 39 Paaren überwiegend wahrscheinlich, bei 66 Paaren noch sehr ungewiß, und bei 2487 Paaren noch keine Spur gefunden. Gegenwärtig können etwa 500 aufgeführt werden, bei denen die Bewegung entschieden gewiß, oder doch überwiegend wahrscheinlich stattfindet. Dessenungeachtet kann dieser letztere Umstand bis jetzt nur noch in wenigen Fällen zur Entscheidung benutzt werden, obwohl er die Sache selbst, daß es nämlich wirklich Doppelsterne gebe, außer Zweifel setzt.

Noch muß ich Sie, hochverehrte Anwesende, von einem besondern merkwürdigen Fall unterhalten. Ein Stern kann nämlich um einen andern eine Bahn beschreiben und gleichwohl hinter demselben stehen, während ein anderer, der sich scheinbar in Ruhe befindet, eine solche Bahn wirklich beschreibt und folglich physisch ist. Ein physisch verbundener Begleiter muß, während er an der eigenen Bewegung des

Hauptsterns Theil nimmt, zugleich eine Bahn um denselben beschreiben. Beides kann sich schon in kurzer Zeit zeigen, und, wie z. B. bei dem Sterne 61 Schwan, nach 5 bis 10 Jahren schon außer Zweifel gesetzt sein. Bei andern dagegen können eben so viele Jahrhunderte vergehen, in sofern die kreisende Bewegung des Begleiters und die eigene des Hauptsterns unmerklich sind. Bei Castor z. B. ist dies allerdings weit bemerkbarer. Sei C Castor, D sein Begleiter, EF die auf Pollux in E gehende Richtung beider Sterne C und D, wie sie Bradley 1759 beobachtet hat, so giebt die Illustration die Stellungsveränderungen von D gegen C und E von 1759 bis 1830.

Fig. 27.



Es werden Jahrhunderte noch verfließen, bevor von der Mehrzahl der bis jetzt aufgefundenen Doppelsterne die eigene Bewegung aufgefunden werden kann, da sich unter ihnen gar manche befinden mögen, die in einem Jahrhundert noch um keine Bogensecunde fortrücken. Wenn aber nun die kreisende Bewegung des Begleiters der eigenen des Hauptsterns, die folglich dem Begleiter auch zukommt, ganz oder nahezu entgegengesetzt, zugleich aber, linear gemessen, ihr gleich ist, so wird man aus den Beobachtungen auf einen optischen Doppelstern schließen, wo in der That ein physischer vorhanden ist. Eben so nahe liegt der umgekehrte Fall. Zwei hinter einander stehende Sterne haben jeder eine verschiedene eigene Bewegung, sie ist aber für beide so gering

oder auch so wenig verschieden, daß ihre gegenseitige Stellung sich nahe nach einen großen Zeitraum nur unbedeutend ändert, und nach wie vor Doppelsterne derselben Classe sind. Die scheinbare Bewegung des Begleiters wird nun zwar in diesem Falle in der That geradlinig sein, da man annehmen muß, daß die wenigen Bogensecunden, um welche wir Fixsterne fortrücken sehen, uns als gerade Linien erscheinen; nichts desto weniger aber wird man erst nach sehr langer Zeit wahrnehmen, daß die Bewegung des Nebensterns sich nicht auf den Hauptstern bezieht. Mit Gewißheit ist der wirkliche Doppelstern erst dann als solcher zu erkennen, wenn die Beobachtungen uns überzeugen, daß die Bahn seiner Bewegung eine stärkere Abweichung von der geraden Linie zeigt als die, welche Beobachtungsfehler bewirken können, und wenn diese Bahn zugleich gegen den Hauptstern hin hohl ist. Die scheinbare hingegen tritt nur hervor, wenn die Bewegung des Begleiters als eine gerade Linie erkannt, und zugleich so beträchtlich ist, daß man sie mehr als Theil einer kreisenden Bahn anschauen kann.

Es finden sich unter den hellen Sternen mehr Doppelsterne, als unter den schwächern. Bei blos scheinbaren Doppelsternen würde gar kein Grund dieses Unterschiedes aufzufinden sein, bei physischen erklärt er sich natürlich. Denn wäre der geringere scheinbare Abstand ganz oder größtentheils Folge der größern Entfernung von der Erde, so wäre die erwähnte Verschiedenheit unerklärbar. Es muß also angenommen werden, daß die Doppelsterne von geringen scheinbaren Abständen der Mehrzahl nach einander auch wirklich näher stehen. Auch fand Struve, daß nicht nur die meisten, sondern auch die schnellsten Winkelbewegungen bei Sternen von geringen scheinbaren Abständen vorkommen. Wären nun diese weiter als andere von uns entfernt, so müßte offenbar das Gegentheil stattfinden. Die Einthei=

lung in Classen nach dem zunehmenden scheinbaren Abstande ist also keineswegs eine blos äußerliche, für die Bequemlichkeit des Beobachters angeordnete, sondern sie hat eine wesentliche Beziehung auf die Natur der Doppelsterne selbst.

Hierher gehört auch die Bemerkung, daß in den drei- und mehrfachen Systemen gewöhnlich die entfernten Begleiter die schwächern sind, während die nähern sich oft wenig oder gar nicht vom Hauptsterne unterscheiden, w. z. B. bei dem dreifachen Sterne ξ Krebs und bei dem Sterne ζ in der Waage. In den Systemen der Sonne, des Jupiter und Saturn waltet der entgegengesetzte Grundsatz, denn die entfernten Körper sind hier die bedeutendern.

Die Doppelsterne stehen, wie Mädler bemerkt, noch in einem ganz andern gegenseitigen Verhältniß, als die Planeten und Kometen unsers Sonnensystems, denn sie sind leuchtende Körper, die sich um andere leuchtende bewegen. Aus der größern oder geringern Helligkeit kann nur dann ein verhältnißmäßiger Unterschied der Oberfläche gefolgert werden, wenn man die Leuchtungsfähigkeit der beiden Sterne gleich setzt, was jedoch bei verschiedenen Farben sehr unwahrscheinlich ist. Mehrere Astronomen haben die Thatsache einer Farbenverschiedenheit bei den Fixsternen in Zweifel gezogen und sie auf Rechnung von Nebenumständen oder der persönlichen Auffassung gesetzt. Insbesondere hat man für die Fälle, wo der gelbe oder rothe Stern einen blauen oder grünen Begleiter hat, in den sogenannten Ergänzungsfarben, wie Göthe's Farbenlehre sie darstellt, die Erklärung zu finden geglaubt. Es ist möglich, daß in einzelnen Fällen der Gegensatz dadurch scheinbar verstärkt wird; aber gewiß wird Niemand, der die Farben eines Doppelsterns, wie γ Delphin und α Herkules, einmal recht in's Auge gefaßt hat, der obigen Erklärung beipflichten.

Nach diesem Allen können die gegenwärtigen Beobachtun-

gen nur die ersten Anfänge in einer gänzlich neuen Wissenschaft sein, die mit jedem gelungenen Schritte unserm forschenden Geiste reichere Genüsse verspricht. Neue Gesichtspunkte werden sich eröffnen, neue Fragen aufgestellt, neue Hilfsmittel und Beobachtungsweisen in Anwendung gebracht werden, von denen jetzt noch Niemand eine Ahnung haben kann.

Achtzehnter Vortrag.

Vielfache, veränderliche und neue Sterne. — Die Centralsonne.

Zur Vervollständigung meines letzten Vortrags habe ich, geehrteste Anwesende, heute noch einige Worte über die vielfachen, veränderlichen und neuen Sterne, so wie über die Centralsonne zu sagen.

Es giebt nämlich außer den Doppelsternen auch drei- und mehrfache Sterne! Denn als die Fernröhre in neuester Zeit vervollkommnet wurden, haben sich mehrere feine Doppelsterne nunmehr als drei- oder mehrfache Sterne gezeigt, die man mithin vielfache Sterne nennt, bei welchen jedoch immer ziemlich gleiche Verhältnisse, wie bei den gewöhnlichen Doppelsternen stattfinden. Einer der merkwürdigsten vielfachen Sterne ist wohl Rigel (β Orion), welchen Schröter 13fach und Struve sogar 16fach wahrgenommen hat.

Eine Anzahl Fixsterne, deren scheinbare Größe sich nicht gleich bleibt, heißen veränderliche Sterne und sind eben so, wo nicht noch merkwürdiger, als die Doppelsterne. Denn die veränderlichen Sterne strahlen während eines gewissen Zeitraums in verschiedener Lichtstärke, so daß die Astronomen

von ihnen sagen, daß sie eine gewisse Lichtperiode inne halten. Sie haben ein röthliches Licht; nur der Stern Algol im Medusenhaupte schimmert weiß. Die Zeit des zunehmenden Lichtes ist ungleich kürzer, als die des abnehmenden. Ferner scheinen die Perioden des Lichtwechsels der veränderlichen Sterne manche Unregelmäßigkeiten zu erleiden. Man kennt bis jetzt 24 veränderliche Sterne, die sich in ihren Lichtabwechslungen verfolgen lassen. Ihre Perioden umfassen 2 bis 494 Tage. Von ihnen sind die merkwürdigsten Algol (β Perseus), der binnen fast 2⅞ Tagen von der 2. bis 4. Größe veränderlich ist; Mira (o Walfisch), welcher binnen 332 Tagen von der 2. oder 3. Größe bis zum völligen Verschwinden abnimmt, und der Stern χ im Schwan, der binnen 407 Tagen von 5. Größe bis zu gänzlicher Unsichtbarkeit herabsteigt. Von den übrigen 21 veränderlichen Sternen sind die wichtigsten: δ Cepheus, η Adler, ζ Zwillinge, β Leier, Alphard (α große Wasserschlange), Schedir (α Cassiopeja), Ras-Algethi (α Herkules), und ε Fuhrmann. Jedenfalls wird es außer jenen 24 noch manche, noch nicht bekannte veränderliche Sterne, deren Perioden mehrere Jahre umfassen werden, geben. Vielleicht sind dieselben unter denjenigen Sternen zu suchen, welche mit röthlichem Lichte schimmern. Auch scheint sich eine allgemeine Veränderung der Lichtstärke südlicher Sterne herauszustellen.

Wenn Sie nach den Erscheinungen fragen, welche die veränderlichen Sterne durch ihren Lichtwechsel darbieten, so sind sie hinsichtlich ihrer Entstehung sehr schwer zu erklären. Manche Astronomen nehmen die Axendrehung dieser Sterne mit einer Leuchtungsfähigkeit an, die an verschiedenen Seiten der Oberfläche der Sterne verschieden ist, andere eine Axendrehung der als linsenförmig vorausgesetzten veränder-

lichen Sterne, verbunden mit starker Schwankung dieser Axendrehung. Noch andere Astronomen denken sich große, die Sterne umkreisende, dunkle Körper, welcher Meinung, die wohl die meiste Wahrscheinlichkeit für sich haben dürfte, ich beipflichte.

Eine eigene Bewandtniß hat es mit den neuen oder wieder verschwundenen Sternen. Es sind nämlich öfters an ehedem sternlosen Stellen des Himmels gewisse Sterne, besonders größere oder hellere, wahrgenommen worden, die früher nicht daselbst waren. Von allen neuen Sternen ist wohl der, welchen Tycho de Brahe am 11. November 1572 in der Cassiopeja zuerst bemerkt hat, der auffallendste gewesen; denn dieser Stern erschien plötzlich so hell, daß selbst Venus und Jupiter von ihm überstrahlt wurden. Er war sogar am Tage dem bloßen Auge sichtbar. Nach einem Jahre aber nahm sein Glanz allmälig wieder ab, und im März 1574 verschwand er gänzlich, ohne daß man ihn seitdem wieder auffinden konnte. Ein anderer neuer Stern erschien am 10. October 1604 im östlichen Fuße des Schlangenträgers, der im October 1605 wieder ganz verschwand. Kepler hat über denselben ein eigenes Werkchen geschrieben. Aber auch unter den kleinern und seltener beobachteten Fixsternen giebt es ähnliche Erscheinungen, wenn sie gleich viel weniger auffallen. Sie mögen sehr häufig sein. Wirklich kann man mehrere dieser kleinen, von unsern Vorfahren aufgezeichneten Sterne nicht mehr am Himmel finden. Manche dieser Lücken mögen freilich ihren Ursprung nur in Beobachtungs-, Schreib- oder Druckfehlern haben; indessen wäre es unwahrscheinlich, daß alle diese Sterne nur auf diese Art entstanden sein sollten. Auf welche Art nun sollen solche Erscheinungen erklärt werden? Geriethen etwa solche an sich dunkle Himmelskörper durch irgend einen für sie verderblichen Unfall in Brand, wo sie dann mit lodernder

Flamme aufleuchteten und endlich für immer verlöschten? — Sie werden in neuester Zeit gewiß viel über die Entdeckung der Centralsonne durch Mädler gehört oder wohl gar selbst Einiges darüber gelesen haben. Erlauben Sie mir, auch über diesen Gegenstand etwas Näheres zu erwähnen, da wir jetzt ohnedies zu der Ordnung und Zusammenstellung des Fixsternhimmels übergehen können. Bis auf die neueste Zeit sah man den Sirius als die Centralsonne in unserm Fixsternsysteme an. Um aber hierüber zur Gewißheit zu gelangen, mußte man erst Näheres über die Entfernung der Fixsterne zu erfahren, die eigenen Bewegungen derselben und die Parallaxe der Fixsterne genau zu bestimmen suchen. Diese Bestimmungen sind, wie ich schon im zehnten Vortrage erwähnt habe, erst in neuester Zeit ziemlich gelungen, indem man hierzu die Doppelsterne benutzte. Da nichts ohne Bewegung bestehen kann, so wird sich auch jedes zu unserm Fixsternsysteme gehörige Sonnensystem um dessen Centralsonne drehen müssen. Wirklich hat Argelander gefunden, daß unser Sonnensystem einen Lauf habe, dessen Richtung in jetziger Zeit auf den Stern u im Herkules geht. Es blieb also noch die wichtige Frage, ob für unser Fixsternsystem blos ein gemeinsamer Schwerpunkt als Mittelpunkt stattfinde, oder ob dieser Mittelpunkt durch eine Centralsonne eingenommen werde. Die schwierige Beantwortung dieser Frage hatte nun im Jahre 1846 Mädler in einer, die Centralsonne betitelten, gelehrten Abhandlung zu geben versucht. — Das in der Planeten- und Fixsternwelt wirksame Anziehungsgesetz bewährt sich auch in den Bahnberechnungen der Doppelsterne vollkommen. Doch ist freilich hierdurch blos erst die Nothwendigkeit eines allgemeinen Schwerpunktes erwiesen. Denn ob er dieselbe mit Materie erfüllt, d. h. ein wirklicher Körper sei, mußte also noch untersucht werden, was Mädler nun auf folgende Art

bewerkstelligte. Bekanntlich hat in unserm Sonnensysteme jeder von Monden umgebene Planet mehr Masse, als diese, und die Sonne als Hauptkörper ebenfalls mehr Masse, als alle ihr zugehörigen Planeten, Monde und Kometen. Nun ließ man bisher das Kepler'sche Gesetz: „Die Quadratzahlen der Umlaufszeiten je zweier Planeten verhalten sich wie die Cubikzahlen ihrer mittlern Entfernungen von der Sonne“ auch für jedes Fixsternsystem gelten, und die Idee von einer Centralsonne, die ihrer Masse nach zur Gesammtheit der Fixsterne, also in ähnlichem Verhältnisse stehe, wie unsere Sonne zu ihren Planeten, hatte lange gegolten, jedoch ohne der Wissenschaft zu nützen. Die Thatsache, daß besonders bei den Doppelsternen ein sehr starkes Uebergewicht der einen Masse über die andere gar nicht oder blos bei einigen stattfindet, ließ an der Existenz eines Centralkörpers in dem oben angedeuteten Sinne sehr zweifeln, zumal wenn man auch die eigenen Bewegungen unsers Sonnensystems und der Fixsterne berücksichtigt. Denn wäre irgendwo so ein Alles beherrschender Centralkörper von großer Masse vorhanden, so müßten sich nahe bei ihm die schnellsten allgemeinen Bewegungen zeigen, weil, da überall Fixsterne zu sehen sind, doch natürlich nach einer Seite hin die Geschwindigkeit der Bewegungen abnehmen müßte. Daß aber eine scheinbar noch stärkere Bewegung, als in dieser Centralgegend stattfindet, würde blos an den wenigen, unserer Sonne bedeutend nahe stehenden Fixsternen wahrgenommen werden können. Jedoch weder unter dieser noch unter den 4000 Doppelsternen, die man bis jetzt gefunden, hat Mädler einen massenhaften Centralkörper angetroffen, und dies, so wie auch die obigen Betrachtungen, bewog Mädler zur Behauptung, daß man keine eigentlich überwiegende Centralmasse der Fixsternwelt zu suchen habe, weil sie nicht vorhanden sei. Aber hiermit ist noch keineswegs die vorlie-

gende Frage erledigt, vielmehr ihre Beantwortung nur schwieriger geworden. Zwar hielt man die wahrgenommenen Eigenbewegungen hauptsächlich durch die gegenseitigen Anziehungen der einander zunächst befindlichen Sterne erzeugt, welche Ansicht jedoch durch den allgemeinen Ueberblick des ganzen gestirnten Himmels, so wie durch nähere Untersuchungen hinreichend widerlegt wird. Auch ist es wohl der Natur der Dinge entgegen, unsichtbare Körper von großer Masse anzunehmen. Mädler bemühte sich daher, für die Eigenbewegungen der Fixsterne ein weit allgemeineres Band aufzusuchen. Er nahm eine sogenannte Sternschicht von geringer Dicke an, und vertheilte in ihr die Masse auf gleichförmige Art, und fand, daß sich die Umlaufszeiten wie die Quadratwurzeln aus den Entfernungen direct, und die Geschwindigkeiten der Bewegungen sich wie diese Quadratwurzeln verhalten. Mithin werden in der Gegend des Centralpunktes blos geringe Eigenbewegungen zu suchen sein; stärkere können sich nach dieser Richtung hin blos bei den Sternen zeigen, deren größere Nähe zu unserer Sonne sich scheinbar vergrößert, sobald unsere Bewegung gegen die unserer Sonne sehr stark geneigt ist. Die jenseit des Centralpunktes in dieser Richtung befindlichen Fixsterne werden gleichfalls nur schwache Bewegungen zeigen, weil ihre größere Entfernung der zunehmenden wirklichen Geschwindigkeit entgegenwirkt; blos erst in viel bedeutenderer Distanz von dem Centralpunkte werden große eigene Bewegungen der Fixsterne sichtbar werden. In der Ebene der Milchstraße hat Mädler den gesuchten Centralpunkt angenommen. Nach ihm ist von den beiden Hälften, in die der Himmel durch die Milchstraße getheilt wird, diejenige, in welcher das Frühlingsäquinoctium liegt, die kleinere für uns entferntere Hälfte, so daß also unsere Sonne außerhalb der Ebene der Milchstraße steht. In jener klei-

nern Himmelshälfte suchte nun Mädler den Centralpunkt und bestrebte sich, zu beweisen, daß man diesen in den Plejaden suchen müsse, weil besonders die Bewegung der letztern durch die unserer Sonne genügend erklärt werde. Indem ferner Mädler behauptete, daß die Bewegungen der Fixsterne in größerer Entfernung vom Centralpunkte geschwinder werden, suchte er zugleich als Thatsache nachzuweisen, daß in einer gewissen Gegend des Himmels, aber auch nur in dieser, die geringern Bewegungen ohne Ausnahme so gefunden werden, wie sie nach seiner eben aufgestellten Hypothese im Allgemeinen stattfinden müssen. Auch erklärte er zugleich, daß er seine Hypothese als ungenügend fallen lassen wolle, sobald in den Regionen, die den in den Plejaden stehenden Stern Alcyone bis zu 20 oder 25 Grad Distanz umgeben, auch nur ein Stern gefunden werden sollte, welcher eine bemerkbare Bewegung nach Norden zeige. Denn von 12 Sternen innerhalb 5° Abstand von Alcyone zeigen 6 gewiß blos eine südliche Bewegung; in 5° bis 10° Abstand haben unter 30 Fixsternen 24 ebenfalls nur eine Eigenbewegung nach Süden; von 57 Sternen in 10° bis 15° Distanz fand Mädler 17, die völlig zweifellos eine südliche Bewegung zu erkennen gaben, für die übrigen 40 doch wenigstens keine einzige Eigenbewegung nach Norden. Die noch stärkern Bewegungen wurden in den Sternbildern Cassiopeja, Perseus, Walfisch und Eridanus, die stärksten endlich nahe bei dem um Alcyone als Pol construirten größten Kreise gefunden, in welchem wirklich auch der, früher von mir erwähnte, Stern 61 Schwan sich befindet. So gelangte Mädler endlich zu dem allerdings höchst überraschenden Resultate: „daß die Plejaden als die Centralgruppe des gesammten Fixsternsystems bis in seine entferntesten, durch die Milchstraße gegebenen Grenzen hin, und Alcyone

als derjenige Fixstern dieser Gruppe zu betrachten sei, der von allen übrigen die höchste Wahrscheinlichkeit für sich besitze, die wahre Centralsonne zu sein." —

Ich darf wohl nicht erst hinzufügen, daß Mädler wegen dieser seiner Behauptung, daß Alcyone höchst wahrscheinlich der Centralkörper unsers Fixsternsystems sei, von andern Astronomen bedeutende Einwendungen erfahren hat; indessen beharrte der berühmte Entdecker noch ziemlich lange auf der Zuverlässigkeit seines Resultats. Jetzt, wo noch zu wenige Erfahrungen in Betreff dieser Sache vorliegen, ist es natürlich unmöglich, hierüber die vollste Entscheidung abzugeben. Jedenfalls aber gebührt Mädler das Verdienst, zuerst den Weg angedeutet zu haben, auf welchem allein man fortschreitend zu einer immer mehr umfassenden, sichern Kenntniß des Weltalls gelangen kann.

Neunzehnter Vortrag.

Die Nebelflecke und Sternhaufen.

Hochgeehrte Anwesende! Noch keinesweges habe ich Sie in meinen beiden letzten Vorträgen mit sämmtlichen merkwürdigen oder wichtigen Gegenständen des Fixstern-Himmels bekannt gemacht. Denn das starkbewaffnete Auge entdeckt in dem endlosen Weltraume noch eine neue sonderbare Art von Gegenständen, welche von den Astronomen mit den Namen Nebelflecke und Sternhaufen bezeichnet worden sind.

Die Nebelflecke sind lichte Stellen von den sonderbarsten Gestalten, bald ringförmig, bald hakenartig gebogen,

bald büschelförmig u. s. w. Diejenigen Nebelflecke, welche sich gänzlich in Sterne auflösen lassen, nennt man Sternhaufen, und unter ihnen finden sich einige, in denen man eine große Menge Sterne wahrnehmen und unterscheiden kann. — Die ersten eigentlichen Beobachtungen dieser merkwürdigen Gegenstände, so wie ihre vollständige Classification, verdanken wir dem ältern Herschel. Dieser theilte sie in folgende Classen: 1) hellglänzende Nebelflecke, die sich auch durch die besten Teleskope nicht in Sterne auflösen lassen; 2) lichtschwache; 3) sehr mattschimmernde, ebenfalls unauflösbar; 4) planetarische, die eine ganz kreisförmige Gestalt, in allen ihren Theilen durchaus dieselbe Lichtstärke und theilweise noch einen beträchtlichen Durchmesser von fünfzehn und mehr Secunden haben. In diese Classe nahm er auch die sogenannten Nebelsterne auf, von welchen die ersten eigentliche, helleuchtende Fixsterne mit kreisrunden, nebeligen Atmosphären sind, deren Grenzen sich allmälig verlieren, während die andern aus Fixsternen bestehen, die mit Nebeln von besonderer Gestalt, z. B. der eines Pinsels, in Verbindung stehen; 5) sehr große mit auslaufenden Zweigen, 6) sehr gedrängte und reiche Sternhaufen; 7) dichte Sternhaufen, meistens kreisrund; 8) grob zerstreute Sternhaufen, deren Anblick schon zeigt, daß sie zusammengehören und gleichsam ein eigenes System von Fixsternen bilden.

Daß diese Eintheilung in acht Classen etwas Willkürliches enthält, indem die Grenzen nicht scharf genug geschieden sind, werden Sie ohne Weiteres bemerken. Daher hat auch Herschel, der Sohn, es vorgezogen, alle diese Gegenstände nach Rectascensions- und Declinationsunterschieden viel genauer zu bestimmen.

Die vollkommen auflösbaren Nebelflecke führen, wie ich Ihnen schon gesagt habe, den Namen: Sternhaufen,

unter denen sich einige finden, in welchen sich über 10,000 Sterne unterscheiden lassen. Gewöhnlich ist die Mitte dichter und reichlicher mit hellern Sternen besetzt, als die Seitentheile; in einigen seltnern Fällen tritt ein Stern gleichsam als Centralstern deutlich hervor. Doch könnte dies auch eine optische Täuschung sein und dieser Stern vielleicht gar nicht zu dem Haufen selbst gehören.

Einige Gegenden des Himmels sind ausgezeichnet reich an Nebelflecken und Sternhaufen, während sie andern fast ganz fehlen. Die meisten Sternhaufen liegen in der Nähe und in der Milchstraße selbst. Fast nirgends geht ihre Verbreitung weiter, als 10 bis 15 Grade über den Saum der Milchstraße hinaus, sondern sie bricht meist bei dieser Grenze ab.

Von 2306 Nebelflecken und Sternhaufen, die der neueste Katalog des jüngern Herschel's aufführt, fallen in die verschiedenen Stunden der geraden Aufsteigung folgende:

Stunde	**1**.	89.	Stunde	**9**.	72.	Stunde	**17**.	32.
„	**2**.	109.	„	**10**.	110.	„	**18**.	18.
„	**3**.	89.	„	**11**.	110.	„	**19**.	34.
„	**4**.	24.	„	**12**.	271.	„	**20**.	37.
„	**5**.	36.	„	**13**.	441.	„	**21**.	36.
„	**6**.	32.	„	**14**.	214.	„	**22**.	45.
„	**7**.	56.	„	**15**.	153.	„	**23**.	60.
„	**8**.	55.	„	**16**.	42.	„	**24**.	98.

Die Herschelschen 8 Classen reduciren sich nach Mädler auf 4, indem die 1., 2. und 3. Classe nur rein relative Unterschiede sind, die allenfalls dazu dienen können, vorläufig zu bestimmen, welche Nebelflecke man in einem gegebenen Fernrohre sehen kann. Eben so lassen sich die drei letzten Classen der Sternhaufen als eine betrachten, da ihr Unterschied nur ein relativ räumlicher ist. Zu ihnen rechne

ich auch diejenigen Sterngruppen, in denen über mehrere Grade der Rectascension und Declination hin eine große Menge von Sternen verbreitet ist, wie die Plejaden, Präsepe im Krebse, das Haar der Berenice, die Umgegend des Arktur und die sternreiche Gegend zwischen den Hörnern des Stiers, die man größtentheils schon mit bloßem Auge als Sternhaufen erkennt.

Von ganz eigenthümlicher Art ist die vierte Classe, nämlich die planetarischen Nebelflecke. Dieselben sind kreisförmige oder elliptische Scheiben von meist scharfer Begrenzung, im Durchmesser von wenigen Secunden bis zu vier Minuten. Sie scheinen zuweilen ganz gleichförmig hell, zuweilen auch an einer Seite heller als an der andern, sogar nicht selten am Rande heller, als im Innern. Noch bei keinem dieser Flecken ist eine Auflösung in Sterne gelungen; nur einzelne schwache Sterne stehen bisweilen in ihnen oder doch in unmittelbarer Nähe. Die meisten gehören ihrer Größe nach zu den schwachen und schwer erkennbaren astronomischen Gegenständen.

Als sehr große Nebel, zur fünften Classe gehörig, bezeichnet Herschel diejenigen, welche in einem sehr stark vergrößernden Fernrohre nicht mehr übersehen werden können, und 4 bis 6 Minuten Durchmesser haben, wie der Nebel der Andromeda und des Orion. Sie gehören meistens zu den hellern, enthalten gewöhnlich einzelne Sterne, die aber vielleicht nur optisch mit ihnen verbunden sind, und haben eine meist unregelmäßige Form; einige von ihnen dehnen sich über einen Grad und weiter aus. Der Orionsnebel läßt sich durch das Ihnen schon bekannte Rosse'sche Teleskop in Sterne auflösen.

Eine höchst merkwürdige Erscheinung bieten die Doppelnebel und die mehrfachen Nebel dar, deren räumlicher Verbindung höchst wahrscheinlich ein physischer Zusammenhang

zum Grunde liegt. — In einigen Fällen sind die Nebel eines verbundenen Paares, sowohl der Größe und dem Ganzen nach, als auch in ihrer Gestalt einander völlig gleich, in andern zeigen sie Verschiedenheiten der Helligkeit, selten der Gestalt.

Fragen Sie nun, meine geehrten Zuhörer, nach der Natur dieser Massen, ihrer Entfernung und Austheilung im Weltraume, so kann, wie Mädler bemerkt, von der letztern oder achten Classe (der grobzerstreuten Sternhaufen) wohl als entschieden angenommen werden, daß sie alle der großen Fixsternwelt angehören, deren äußersten Umfang die Milchstraße bezeichnet, und wozu auch unser Sonnensystem gehört, so wie das Pejadensystem. Vielleicht ist kein Fixstern in diesem ungeheuern Raume ganz vereinzelt und ohne nähere Beziehung auf einen oder mehrere andere; und ist unsere Sonne selbst ein Glied einer solchen Anhäufung, die, in gehöriger Ferne betrachtet, zu einer der drei letzten Herschel'schen Classen gehören würde, so mögen die glänzendsten Sterne des Himmels größtentheils diejenigen sein, welche zu der Ansammlung gehören.

Was nun noch die unauflösbaren Nebelflecke betrifft, so sind sie für uns nur wegen ihrer ungeheuern Entfernung nicht auflösbar und höchst wahrscheinlich Sterngruppen außerhalb unserer Milchstraße.

Ich beschließe meinen heutigen Vortrag mit einigen schönen Worten von Fleischhauer. „Ueberraschend ist, wie ein Astronom bemerkt, die Erweiterung des geistigen Blicks, den uns die Weltmassen gewähren. Was uns schon eine Unendlichkeit schien, ist immer wieder nur ein einzelnes Glied eines höhern, umfassendern Organismus. In welchen Progressionen geht es fort und wo ist das Ende, wenn überhaupt die immer höher aufsteigende Reihe ein Ziel und Ende hat? Welche gegenseitige Beziehungen sind es, die

diese ungeheuern Weltinseln, deren jede Millionen von Sonnen umfaßt, unter einander verbinden? Ist zuletzt Alles, wie weit es auch reiche, an ein allgemeines Centrum geknüpft und ist etwa hier, — wie Bode in frommer Begeisterung sich ausdrückt, — ein näherer Sitz der über Allen waltenden Vorsehung? — Auch dem kühnsten Geiste unter den Erdbewohnern schwindelt, wenn er diese Fragen auch nur zu denken wagt; er fühlt, daß er in keiner irdischen Sprache Worte geben könne, die einem solchen Gegenstande angemessen wären; er giebt es auf, selbst mit dem Maaßstabe des Lichtstrahls in der Hand, sich Räume und Zeiten vorstellen zu wollen, die seinem Zahlensysteme zu spotten scheinen, und bekennt, daß er hier an der Grenze seines Wissens stehe.

Zwanzigster Vortrag.

Die Sternschnuppen.

In neuester Zeit ist den Astronomen eine Erscheinung regelmäßig zu beobachten zur Pflicht gemacht, welche auf den ersten Anblick durchaus als keine astronomische Erscheinung vorkommt, und früher ausschließlich ein Gegenstand der Betrachtung für die Physiker war. Allein meine geehrten Zuhörer werden bald von mir erfahren, weshalb die Sternschnuppen, denn von diesen will ich heute sprechen, in das Gebiet der Astronomie übergewiesen worden sind.

Schwerlich giebt es, sagt der ausgezeichnete Beobachter und Kenner der Sternschnuppen, Heis, dem ich jetzt vorzüglich folgen werde, irgend Jemand, der bei einiger Aufmerksamkeit auf den gestirnten Himmel keine Sternschnuppen gesehen hätte, dem es nicht auf den ersten Anblick vorge-

kommen wäre, als löse sich plötzlich einer der vielen gleichsam am Himmelsgewölbe befestigten Sterne, und falle mit großer Geschwindigkeit lothrecht oder in geneigter Richtung herab, und verschwinde nach wenigen Secunden in verschiedener Tiefe. Die Größe, das Ansehn und die Farbe der Sternschnuppen ist ebenfalls verschieden. Die meisten Sternschnuppen gleichen nur Sternen 3. bis 6. Größe; häufig haben sie nur ein nebelartiges Ansehen; zuweilen aber kommen sie Sternen 2. und 1. Größe gleich und übertreffen sogar Jupiter und Venus an Glanz, so daß sie durch das allgemeine Licht, welches sie verbreiten, selbst denjenigen bemerkbar werden, welche der Himmelsgegend, wo sie ihre Bahn durchlaufen, den Rücken zukehren. Bei einigen Sternschnuppen zeigt sich eine kugelige Gestalt; diese sind alsdann den Feuerkugeln so ähnlich, daß man keinen Unterschied zwischen großen Sternschnuppen und kleinen Feuerkugeln angeben kann. Die Farbe der Sternschnuppen ist meistens weiß, zuweilen roth, gelb, grün und blau. Bei einigen Sternschnuppen bleiben Schweife stehen, die einen Theil ihrer durchlaufenen Bahn mit blassem, milchweißem, raketenfarbigem Lichte bezeichnen. Auch diese Schweife verschwinden nach und nach, meist nach wenigen Secunden; zuweilen leuchten sie abwechselnd wieder auf und erlöschen. Nur bei sehr großen Sternschnuppen dauern die Schweife oft Minutenlang. Diese stehenbleibenden, meistens von der Sternschnuppe selbst durch einen kleinen Zwischenraum getrennten Schweife scheinen hohle Cylinder zu bilden, die inwendig da, wo die Feuerkugel durchgegangen ist, von leuchtender Materie leer sind. Zuweilen krümmen sich diese Schweife, wenn sie auch Anfangs gerade waren, nach und nach zur völligen Schlangengestalt. Vielleicht sind alle Sternschnuppen mit Schweifen versehen, die aber so schwach leuchtend sind, daß sie nicht mit bloßen Augen wahrgenommen werden können. — Was

nun die Bahnen der meisten Sternschnuppen betrifft, so erscheinen dieselbe geradlinig, selten gekrümmt oder zickzackförmig. Daß aber diese Meteore nur bei der Nacht gesehen werden, hat offenbar seinen Grund darin, daß sie am Tage gleich den Sternen, der allgemeinen Helligkeit wegen, nicht wahrgenommen werden können. Erst im Jahre 1794 bewies Chladni aus den sorgfältig von ihm gesammelten Beobachtungen von Feuerkugeln, daß diese Meteore nicht in unserer Atmosphäre entstehen, sondern fremde, im Weltraume sich mit planetarischer Geschwindigkeit bewegende Massen sind, die, wenn sie unserer Erde in ihrem Laufe um die Sonne begegnen und in die Erdatmosphäre gerathen, sich entzünden und leuchtend werden, und wenn sie darin zerspringen, Steine und Eisen, auch wohl seltener andere Materien herabfallen lassen. Die nahe Verwandtschaft, worin die Sternschnuppen mit den Feuerkugeln zu stehen scheinen, bewog damals Chladni, auch die Sternschnuppen für kosmisch, das ist für von Außen in unsere Atmosphäre gekommene kleine Massen zu halten, die sich während ihres Durchganges durch dieselbe erhitzen oder entzünden, und entweder noch in der Atmosphäre oder, wenn sie dieselbe durchflogen haben, wieder verlöschen.

Ueber die Höhe der leuchtenden Meteore stellte man bis zum Jahre 1798 keine Muthmaßung auf, hielt aber die Höhe der Feuerkugeln, welche man zuweilen über mehrere ausgedehnte Länder hinwegziehen sah, für nicht unbedeutend. In dem eben genannten Jahre vereinigten sich Brandes und Benzenberg, um sich über die Höhe der Sternschnuppen Aufklärung zu verschaffen. Sie beobachteten beide, von zwei um 46000 Fuß entfernten Punkten bei Göttingen aus, nachdem sie ihre Uhren in Uebereinstimmung gebracht, die Bahnen aller ihnen sichtbar werdenden Sternschnuppen, die jeder mit Bemerkung der Zeit unmittelbar in eine

Sterncharte einzeichnete. Aus der Uebereinstimmung der Zeiten und den übrigen Umständen ließen sich dann leicht diejenigen Sternschnuppen erkennen, die beide zugleich beobachtet hatten, und dann aus den Unterschieden der eingezeichneten Bahnen die Parallaxen, mithin die Abstände, Höhen und Längen der Bahnen berechnen.

Die kleinste Höhe von 22 übereinstimmenden Beobachtungen betrug 1½ bis 10, die größte 30 Meilen. Spätere von Brandes angestellte Beobachtungen ergaben Höhen theils unter 3, theils über 20 Meilen. Die Geschwindigkeit wurde zwischen 4 und 8 Meilen in der Secunde gefunden. Mehrere von Heis in der neuern Zeit gesehene Sternschnuppen gaben, verglichen mit correspondirend in Belgien beobachteten, ebenfalls Höhen von 10 bis 20 Meilen über der Erdoberfläche. Manchen Aufschluß hat man, seitdem Brandes und Benzenberg den Anfang gemacht, über diese räthselhaften Körper erlangt, und es sind besonders die Bemühungen von Olbers, Bessel, A. Erman, von Boguslawski, Quetelet, Heis, Feldt u. A. anzuerkennen.

Ohngeachtet der Widersprüche, welche von Seiten mehrerer achtbarer Physiker erhoben wurden, und der geltend gemachten Hypothesen, daß die Sternschnuppen atmosphärischen Ursprungs, ist fast allgemein, die Meinung als die wahrscheinlichste angenommen, daß die von Außen mit planetarischer Geschwindigkeit in unserer Atmosphäre ankommenden Sternschnuppen als Massen zu betrachten seien, die nach den Gesetzen der allgemeinen Schwere höchst wahrscheinlich in Ellipsen um die Sonne kreisen, bis sie in die Atmosphäre eines Planeten gerathen, sich darin entzünden und entweder ganz darin verzehren, oder unter dieser oder jener Form in steinartigen, mit einer schwarzen glänzenden Rinde überzogenen Fragmenten als Meteorsteine (Aëro-

lithen) herunterfallen, oder jenen Planeten verlassend ihre Bahn um die Sonne zu beschreiben fortfahren.

Seit 1831 ist ein merkwürdiges Verhalten der Sternschnuppen bekannt geworden, das zuerst ihnen eine allgemeine Berücksichtigung der Naturforscher verschafft hat. Während nämlich erfahrungsmäßig anzunehmen ist, daß ein einzelner Beobachter durchschnittlich 6 bis 8 Sternschnuppen in einer Stunde bemerkt, giebt es zwei Zeiten im Jahre, wo gewöhnlich sehr viele, oft hundert und mehrere in einer Stunde zu sehen sind. Dies geschieht zwischen dem 8. und 12. August und zwischen dem 12. und 14. November.

Auf eine Periodicität dieser Erscheinung im November leitete eigentlich der ungeheure Sternschnuppen-Schwarm, den Olmstedt und Palmer in Nordamerika am 12. und 13. November 1833 beobachteten. Während 9 Stunden fielen damals nach der Schätzung Arago's diese wie Schneeflocken zusammengedrängten, den Himmel durchziehenden Sternschnuppen in einer Anzahl von wenigstens 24000. Auf eine Periodicität des Phänomens im August haben zuerst Quetelet, Olbers und Benzenberg hingewiesen. Dieser August-Strom ist unter dem Strom des heiligen Laurentius bekannt. Schon seit langen Zeiten werden in Irland in einem Kirchenkalender und in Traditionen die feurigen Thränen am Feste des heiligen Laurentius (10. August) erwähnt. — Außer diesen beiden Hauptepochen hat man noch andere Tage des Jahrs erkannt, an denen Sternschnuppen sich in ungewöhnlicher Menge gezeigt haben. Boguslawski nennt die Nächte um Mitte Decembers, Quetelet die vom 20. bis 26. April, die Mitte Octobers, die Zeit um den 6. bis 7. December und mit einigem Zweifel den 2. Januar; Erman fügt noch das Ende Februars hinzu. —

Auf Boguslawski's Veranlassung wurden von 1839 bis

1848 an verschiedenen Orten in Deutschland in jenen August- und November-Nächten regelmäßige Beobachtungen der Sternschnuppen angestellt. Heis in Aachen ward ein besonders fleißiger Theilnehmer an diesen Beobachtungen. Diese 10jährigen Beobachtungen haben nun die Periodicität der Sternschnuppen im August und November außer allen Zweifel gesetzt. Die Erscheinung der außergewöhnlich vielen Sternschnuppen ist noch durch einen besondern Umstand begleitet, der über das Wesen dieser räthselhaften Körper einigen Aufschluß giebt. Es scheinen nämlich die meisten derselben von einem bestimmten Punkte des Himmels auszugehen und nach einem bestimmten Punkte hinzugehen. Dieses Ausgehen von einem gewissen Punkte aus deutet nun darauf hin, daß Tausende der kleinen Weltkörper, welche wir als Sternschnuppen sehen, vereint dieselbe Richtung im Weltenraume verfolgen, daß sie in Gemeinschaft ihre Bahn um die Sonne beschreiben, sei es nun, daß sie in gedrängten Haufen sich in einer elliptischen Bahn um die Sonne bewegend alljährlich den nämlichen Punkt der Erdbahn treffen, indem sie mit der Erde gleiche Umlaufszeit um die Sonne haben, oder sei es, was wahrscheinlicher ist, daß dieselben keine isolirten Haufen bildend in einer Anzahl von Myriaden einen geschlossenen Ring ausmachen, der die Erdbahn in einem bestimmten Punkte berührt. Für einen jeden Sternschnuppen-Strom zu den verschiedenen Perioden hat man sich demnach einen andern geschlossenen Ring vorzustellen, so daß der eine mit der Erdbahn zusammentrifft, wo die Erde um den 9. August, der andere aber da, wo die Erde um den 12. November sich befindet. Die einzelnen Sternschnuppen innerhalb dieses geschlossenen Ringes aber scheinen ungleich vertheilt zu sein, und es mögen sich dieselben in etlichen Gegenden in großer Anzahl zusammendrängen, daher sehr glänzende Phänomene

des November-Ringes, wie die im November 1799 und 1833, überaus selten sind.

Heis hat gefunden, daß in der Regel nicht ein Ausgangspunkt, von dem ich bereits gesprochen, genügte, sondern daß zwei oder mehrere Ausgangspunkte angenommen werden müssen, von welchen die Mittelbahnen der Sternschnuppen ausgingen. — Hat man sich übrigens sowohl aus Uebereinstimmung der Zeit, mit Berücksichtigung des aus der geographischen Lage hervorgehenden Unterschiedes der Ortszeiten, als auch der übrigen Umstände, wie z. B. des Glanzes u. s. w. überzeugt, daß eine und dieselbe Sternschnuppe gleichzeitig an verschiedenen Orten gesehen wurde, so läßt sich aus den an den verschiedenen Orten aufgezeichneten scheinbaren Bahnen die wahre Bahn der Sternschnuppen, d. h. Richtung, Höhe des Ausgangspunktes über einem bestimmten Orte auf der Erde, und eben so Höhe des Verschwindungspunktes bestimmen. Auf welche Weise aus den scheinbaren Orten zweier zu gleicher Zeit gesehenen (Feuerkugeln oder) Sternschnuppen der wahre Ort derselben über der Erdoberfläche durch Rechnung zu finden ist, haben zuerst Olbers und Brandes, dann Bessel gelehrt

Ob die verschiedenen Ausgangspunkte mit den Jahren sich ändern, läßt sich aus den bisherigen Beobachtungen, die nur 10 Jahre umfassen, natürlich noch nicht sicher bestimmen. Eigenthümlich für die Sternschnuppen der Novemberperiode ist es, daß die Bahnen mehr zerstreut sind, als die der Augustperiode. Auch stellt sich aus sämmtlichen Untersuchungen über die Sternschnuppenbahnen als unzweifelhaftes Ergebniß heraus, daß zu den verschiedenen periodisch wiederkehrenden Zeiten im Jahre, wo ein reichlicher Fall von Sternschnuppen stattfindet, außer einem Hauptstrome von Sternschnuppen, der von einem bestimmten Punkte ausgeht und welcher sich durch die übereinstimmende Richtung

der einzelnen zu Gruppen sich bildenden Sternschnuppenbahnen zu erkennen giebt, wenigstens noch ein zweiter, von ersterem gänzlich verschiedener Strom vorhanden sein müsse, der von einem andern Punkte des Himmels aus seinen Anfang nimmt und sich durch den Parallelismus der einzelnen, zu Gruppen verbundenen, die ersten Bahnen unter beliebigen Winkeln durchschneidenden Bahnen besonders auszeichnet. Die Lage der einzelnen Ausgangspunkte der Ströme ist aber blos eine beziehungsweise auf die sich bewegende Erde, welche letztere auch noch vermöge ihrer Anziehungskraft einen bedeutenden Einfluß auf Richtung und Geschwindigkeit der Sternschnuppen ausübt. Das gegenwirkende Bewegen und Durchdringen der einzelnen Sternschnuppen-Ströme erklärt aber auch, wie Heis glaubt, auf glänzende Weise das Aufleuchten der Sternschnuppen und die Bildung der raketenartigen Schweife; sei es nun, daß durch das Aneinanderreiben und Gegeneinanderstoßen der meteorischen Körper sich Wärme entwickelt, welche bei der großen Geschwindigkeit als bedeutend anzunehmen ist, oder sei es, daß durch das Zusammentreten von der Materie nach verschiedenen Körpermassen eine chemische Einwirkung stattfindet.

Schließlich will ich noch ein paar Worte über den Zusammenhang der Sternschnuppen mit dem Zodiakal- oder Thierkreislichte und mit dem Nordlichte sprechen. Bis jetzt hat sich noch nicht mit Bestimmtheit entscheiden lassen, ob die Farben der weißen Strahlen des Nordlichts mit den weißen Schweifen der Sternschnuppen und ob die rothe Gluth der letztern mit der Röthe des Nordlichts den nämlichen Ursprung besitzen, eben so wenig, ob vielleicht ein staubförmiger, die Magnetnadel beunruhigender Eisenstrom in eine staubförmige Schwefelwolke tritt und hierdurch Schwankungen der Magnetnadel verursacht. Heis ist der Ansicht, daß erst fortgesetzte genaue Beobachtungen der in-

teressanten einzelnen Erscheinungen des Nordlichts, vorzüglich correspondirende, über das Wesen derselben Aufschluß geben werden können.

Einundzwanzigster Vortrag.

Die Sonne. — Sonnenflecken und Sonnenfackeln.

Verehrte Anwesende! Ich darf nun nicht länger die nähere Betrachtung eines Himmelskörpers aussetzen, der für uns Erdenbewohner unstreitig der wichtigste ist. Der Gegenstand meines heutigen Vortrags wird nämlich die Sonne sein.

Die Erde und alle übrigen Weltkörper unsers Planetensystems verdanken der Sonne unzählige Wohlthaten; die Sonne ist der Regent und die gemeinschaftliche Hauptursache aller Bewegungen des Planetensystems. Menschen, Thiere und Pflanzen könnten ohne die Sonne nicht existiren; sie ist der Regulator unserer Jahreszeiten und Zeitrechnung, nach welcher sich Alles im Leben nothwendig zu richten hat. Die Sonne ist die Quelle alles Lichtes, der Wärme und der Farben.

Was würde wohl aus der ganzen Natur werden, sobald die Sonne nur das Licht, aber keine Wärme ausstrahlte? Denn in vielen Fällen kann wohl das Sonnenlicht, nicht aber die Wärme entbehrt werden. Sie ist das edelste Geschenk, welches die Natur allen Geschöpfen und Pflanzen geben kann. — Aber auch die Entstehung und Erhaltung der unorganischen Wesen ist ohne Wärme undenkbar! Großen Nutzen schafft die Wärme im Gebiete der Ernährung, der

Künste, Fabriken u. s. w. und selbst im weiten Reiche der Wissenschaften überhaupt.

Der Winkel, unter welchem von der Erde aus die Größe des Sonnendurchmessers erscheint, d. h. der scheinbare Durchmesser der Sonne, ist, je nach der Entfernung dieses Himmelskörpers von der Erde, verschieden. Am kleinsten ist der scheinbare Durchmesser der Sonne Anfang Juli's, und der Werth desselben ward mit der allmäligen Vervollkommnung der astronomischen Instrumente und Beobachtungskunst immer schärfer, zumal in den neuesten Zeiten, bestimmt, da von der Genauigkeit solcher Bestimmungen die zuverlässige Kenntniß der wahren Größe des Sonnenkörpers offenbar abhängt. Es hat sich ergeben, daß die Sonne einen von dem horizontalen Durchmesser um etwa $3^{14}/_{100}$ Secunden verschiedenen Verticaldurchmesser habe, und daß die hieraus folgende Abplattung der Sonnenkugel in der Richtung ihres Horizontaldurchmessers höchst wahrscheinlich $^{1}/_{280}$ betrage. Für jetzt wird mit Carlini und Bessel der scheinbare Durchmesser der Sonne in deren mittlerer Entfernung (Anfang Aprils und Anfang Octobers) von der Erde zu $0^{0}\ 32'\ 1^{8}/_{10}''$, ferner der größte Durchmesser (gegen Ende des Decembers, zu $0^{0}\ 32'\ 34^{62}/_{100}''$ und endlich der kleinste Durchmesser (im Anfange Juli's) zu $0^{0}\ 31'\ 30^{6}/_{100}''$ angenommen. Hierbei muß ich erwähnen, daß nach den Resultaten, welche man aus den, über den scheinbaren Sonnendurchmesser seit den letzten 100 Jahren angestellten Beobachtungen gewonnen hat, der Sonnendurchmesser einer immerwährenden Abnahme zu unterliegen scheint; v. Lindenau ist aber der ziemlich festen Ansicht, daß beim anhaltenden Beobachten der Sonne Täuschungen sich erzeugen könnten, deren Auffindung jedoch erst künftigen Zeiten vorbehalten bleibt.

Die Geometrie zeigt, daß man für irgend eine bestimmte

Zeit die in geographischen Meilen ausgedrückte Entfernung der Sonne von der Erde finden kann, wenn der in geographischen Meilen ausgedrückte Halbmesser des Erdäquators durch den Sinus (eine gewisse trigonometrische Linie) der mittlern Horizontalparallaxe der Sonne dividirt wird. Hieraus folgt, daß die genaue Kenntniß der Größe der Sonnenparallaxe von der größten Wichtigkeit ist. Halley hat das unsterbliche Verdienst, die Beobachtung der Venusdurchgänge durch die Sonnenscheibe als das beste Mittel zur Bestimmung der Sonnenparallaxe vorgeschlagen zu haben. Wirklich wurde Halley's Vorschlag in den Jahren 1761 und 1769, wo die Venus durch die Sonnenscheibe ging, von den europäischen Astronomen sorgfältig zur Ausführung gebracht, indem sie auf vielen Punkten der Erdoberfläche diese beiden seltenen Himmelserscheinungen möglichst genau beobachteten. Alle diese Beobachtungen hat alsdann Encke einer sehr strengen und sorgfältigen Berechnung unterworfen, und hieraus $8^{578}/_{1000}$ Bogensecunden für die Horizontalparallaxe der Sonne unterm Erdäquator und die mittlere Entfernung der Erde von der Sonne zu 20682329 geographischen Meilen gefunden. — Zwölftausend Erdkugeln, dicht an einander gereihet, wären also erforderlich, um auf dieser so gebildeten Brücke von uns aus bis zur Sonne zu gelangen.

So erstaunenswürdig Ihnen diese Entfernung auch vorkommen mag, so ist doch die Größe der Sonne nicht minder bewundernswürdig. Der Durchmesser der Sonnenkugel beträgt 96258 Meilen, die Oberfläche derselben 116435 Mill. Quadratmeilen und der körperliche Inhalt nahe 3736 Billionen Kubikmeilen. Die Sonnenoberfläche ist demnach 12548 Mal größer als die Erdoberfläche. Aus der Sonne ließen sich 1405648 Erdkugeln bilden, und in dem innern, als hohl gedachten, Raume dieses Weltkörpers 112 Erdku-

geln in gerader Linie neben einander aufstellen. Ja, man könnte in dem Centrum der als hohl gedachten Sonnenkugel die Erde sammt der ganzen Mondbahn aufstellen, und es würde dennoch von jedem Punkte der Mondbahn bis zur innern Fläche der Sonnenkugel noch ein Raum von nahe 45000 Meilen übrig bleiben! Mit dieser enormen Größe des Sonnenkörpers stehet auch die Masse desselben im Verhältniß. Denn diese ist nahe 355000 Mal größer, als die Masse der Erde. Da ferner nach einem bekannten Gesetze der Naturlehre die Dichtigkeit eines jeden Körpers gleich seiner, durch seinen körperlichen Raum dividirten Masse ist, so folgt, daß die Dichtigkeit des Sonnenkörpers nahe gleich $1/4$ der mittlern Dichtigkeit des Erdkörpers ist; sie kommt also vielen Holz- und Harzarten gleich. Dieser lockern Beschaffenheit ungeachtet enthält die Sonne dennoch 355000 Mal mehr materiellen Stoff als die Erde. Und diese große Masse ist es nun, was die Sonne zum Regenten des ganzen Planetensystems macht, indem diese ungeheuere Sonnenmasse sämmtliche Planeten an sich fesselt, und sie zwingt, in den ihnen angewiesenen Bahnen um die Sonne zu laufen, die, im Mittelpunkte thronend, ihnen Licht und Wärme ertheilt.

Was ich Ihnen von dem, was die Astronomen durch ihre Beobachtungen auf der Sonnenscheibe bemerkt haben, mitzutheilen vermag, ist nun Folgendes. Auf der Oberfläche der Sonne Alles genau wahrzunehmen, verhindert die ungeheure Entfernung dieses Körpers von der Erde, so wie der zu lebhafte Glanz des Sonnenlichtes, welcher uns zwingt, Blendgläser in die Fernröhre einzusetzen. Das Merkwürdigste der Sonne ist ihr Selbstleuchten, das kein Körper des Planetensystems, wenigstens in keinem solchen Grade besitzt. Die Sonne scheint von einer Lichthülle (Photosphäre) umgeben zu sein. Den

Beobachtungen zufolge ist diese Lichthülle in steter heftiger Bewegung; Revolutionen gehen auf ihr vor, gegen die unsere Stürme und Ungewitter verschwinden. So haben die, wahrscheinlich nur als Ereignisse solcher Revolutionen zu betrachtenden Sonnenflecken, von denen ich bald sprechen werde, auf öftere Bewegungen auf der Oberfläche der Sonne hingewiesen, deren Schnelligkeit nur von der Geschwindigkeit des Lichtes übertroffen wird. Auch erblickt man durch ausgezeichnet gute Fernröhre die Sonnenoberfläche nie glatt, sondern voll Erhöhungen, Vertiefungen und Adern, welche letztere veränderlich sind. Weil vermöge der schnellen Rotation des ungeheuer großen Sonnenkörpers jeder Punkt seines Aequators sich fast viermal schneller, als jeder Punkt des Erdäquators bewegt, und weil beinahe alle Sonnenflecken nahe beim Aequator der Sonne wahrgenommen werden; so mag die schnelle Rotation wohl die Ursache jener großen Revolutionen sein, die auf der Sonne bemerkt werden.

Ich komme nun zu den Sonnenflecken selbst. Man sieht nämlich auf der Sonnenscheibe öfters größere oder kleinere, meistens sehr unregelmäßig gestaltete dunkelschwarze, ringsum mit einem aschgrauen und gewöhnlich überall gleich breiten Rande eingefaßte Flecken; Harriot scheint sie zuerst, am 8. December 1610, gesehen zu haben. Doch war der Friesländer Fabricius der erste, welcher im Jahre 1611 ein Werk über diesen Gegenstand herausgab. Indessen soll bereits im 12. Jahrhundert der spanische Arzt Averroes einen großen Sonnenfleck mit bloßen Augen wirklich gesehen haben. Alle Sonnenflecken treten am östlichen Rande der Sonnenscheibe in dieselbe ein, bewegen sich mit derselben Geschwindigkeit und in unter sich parallelen Richtungen nach dem westlichen Sonnenrande, an dem sie 13 Tage nach ihrem Eintritte in die Sonne wieder heraus-

treten. Ihre Bahnen erscheinen zu Ende Mai's und Novembers als gerade Linien; im August sind sie aber am stärksten gekrümmt nach oben zu, im Februar nach unten zu. Diese verschiedenen Erscheinungen entstehen offenbar dadurch, daß die dem Sonnenäquator parallelen Bahnen der Flecken nicht mit der Ekliptik parallel laufen, weil die Ebene des Sonnenäquators mit der der Ekliptik nicht zusammenfällt. Mithin wird die Erde während der Zeit ihres Umlaufes um die Sonne ein halbes Jahr über und ein halbes Jahr unter der Ebene des Aequators der Sonne sich befinden, und nur zweimal des Jahres in der Ebene dieses Aequators selbst liegen. Die Sonnenflecken können mithin nicht der Photosphäre, sondern müssen vielmehr der Sonnenoberfläche selbst angehören, weil sie anfangs an dem Sonnenrande stehend schmal und klein, dagegen mitten auf der Sonnenscheibe meistens breit und groß erscheinen, genau so, wie es die Regeln der Perspective der Kugel fordern. Es kommt aber die Bewegung der Flecken von einer Rotation der Sonnenkugel her, und die Astronomen haben aus sehr zahlreichen Beobachtungen dieser Flecken die Rotationszeit der Sonne zu 25 Tagen und fast 3 Stunden bestimmt. Doch zeigte später Delambre, daß die Ungewißheit sich auf mehr als zwei, nämlich fast bis auf 12 Stunden belaufen könne. Wahrscheinlich liegt die Ursache dieser geringen Uebereinstimmung darin, daß die Sonnenflecken ihre Gestalt und ihren Ort oft schon in sehr kurzer Zeit verändern, in welchem Falle sie zur Bestimmung der Rotationszeit natürlich nicht sehr geeignet sind. Die Lage der Rotationsaxe der Sonne läßt sich ebenfalls durch Beobachtung der Sonnenflecken ermitteln. Die Neigung dieser Rotationsaxe gegen die Ebene der Ekliptik beträgt nach Hansen 82° 30′. Die Rotation der Sonne selbst geht für ein, in deren Mittelpunkte befindliches Auge in der

Richtung von Westen nach Osten vor sich, also in der nämlichen Richtung, welche den Rotationen und Revolutionen aller Haupt- und Nebenplaneten gemeinschaftlich ist.

Was ferner die Natur der Sonnenflecken betrifft, so mögen die in ihrer Mitte sichtbaren schwarzen Stellen nicht der eigentliche Kern der Sonne, sondern blos eine dunkle Atmosphäre derselben sein, außerhalb welcher die Atmosphäre das Ganze umgiebt. Eine ähnliche doppelte Photosphäre, von welcher die innere dunkel und die äußere leuchtend ist, bemerkt man auch bei vielen Kometen. Uebrigens läßt die nähere Betrachtung der Sonnenflecken nicht zweifeln, daß sie in der Sonnenphotosphäre entstehende Oeffnungen sind, durch welche man den eigentlichen dunkeln Körper der Sonne wahrnimmt. Die Sonnenflecken müssen wirkliche Vertiefungen sein, weil man sie zur Zeit ihres Ein- oder Austritts am Sonnenrande als wirkliche Einschnitte in dem letztern beobachtet hat. Herschel vermuthet auch, daß die eine Hälfte der Sonnenoberfläche mehr Lichtstoff als die andere Hälfte ausströme, weil man oft Jahre lang keinen bedeutenden Sonnenfleck entdeckt, während sie sich zu mancher andern Zeit zahlreich und von bedeutender Größe zeigen; aber dennoch folgt hieraus, wie man doch so oft behauptet, noch kein Zusammenhang der Erscheinung dieser Flecken mit unserer Witterung. Die Sonnenflecken sind bisweilen von bedeutender Größe; so sah z. B. Tob. Mayer im Jahre 1758 einen Fleck, dessen Durchmesser fünfmal größer als der der Erde war, und Herschel bemerkte im Jahre 1779 eine Gruppe ganz enge zusammenstehender Flecken, die zusammen eine Breite einnahmen, welche dem 15fachen Erddurchmesser gleich kam. Uebrigens entstehen solche Flecken höchst selten in einer größern Entfernung vom Aequator der Sonne, als 30 Grad zu beiden Seiten desselben. Merkwürdig ist es auch, daß gewöhnlich

in der Nähe solcher Flecken andere Stellen der Sonne bemerkt werden, die sich auf ihrem lichten Grunde in einem hellern, blendenden Lichte darstellen. Sie sind unter dem Namen Sonnenfackeln bekannt, und müssen einerlei Ursprung mit den Sonnenflecken haben, weil man beide stets zusammen antrifft, und überdies aus der Mitte der Sonnenfackeln häufig jene ganz schwarzen Flecken hervorbrechen, oder auch an der Stelle, wo eben ein Sonnenfleck verschwand, eine Sonnenfackel entstehen sieht. Die Sonnenfackeln können übrigens wohl nur durch die Anhäufung derjenigen Lichtmaterie erzeugt werden, welche die Orte, wo die dunkeln Flecken entstehen, verlassen und in ihrer Nähe sich zu hohen Lichtgebirgen aufgehäuft hat.

Endlich will ich hier noch der Frage, ob die Sonne ein Feuer sei, kurz gedenken. Man hat sich in neuerer Zeit von der Vorstellung, die Sonne sei ein eigentlich brennender Körper, los zu machen gesucht, indem ein solches Feuer beständig Nahrung brauchen müßte, wenn gleich eine Zeit lang von manchem Astronomen mit Newton geglaubt wurde, diese Nahrung erhielte die Sonne durch das bisweilige Hineinstürzen von Kometen in dieselbe. Manche Gelehrte hielten die Sonnenoberfläche nur für glühend, und noch andere die Sonne für eine elektrische Kugel. Auch jetzt ist man in dieser Sache noch immer nicht im Reinen; das Beste ist freilich, unsere Unkenntniß derselben eingestehend lieber der Nachwelt eine richtige Beantwortung dieser allerdings sehr wichtigen Frage zu überlassen. Sollte übrigens, wie die jetzt fast allgemein herrschende Ansicht ist, das Licht nicht in dem Ausströmen eines wirklich körperlichen Stoffes, sondern blos in der Schwingung eines, die Sonne umgebenden Mediums bestehen, so würde ohnedem jeder Zweifel über die Verminderung des Sonnenvolumens offenbar wegfallen. — Das, was die Astronomen bisher

über die Beschaffenheit der Sonne als möglich und selbst als wahrscheinlich kennen gelernt haben, läßt es nicht unglaublich finden, daß gar wohl Bewohner der Sonne existiren können, die, unter der erwähnten dunkeln Atmosphäre vor dem heftigen Lichte der äußern Photosphäre und vor der großen Hitze derselben geschützt, ruhig leben, ohne aber die Abwechselung von Tag und Nacht, so wie die der Jahreszeiten zu erfahren.

Zweiundzwanzigster Vortrag.

Der Mond. — Optische Täuschung. — Sternbedeckungen. — Tages- und Jahreszeiten des Mondes. — Die Mondoberfläche. — Ebbe und Fluth.

Hochgeehrte Zuhörer! Ich hoffe heute auf Ihre rege Aufmerksamkeit, mit welcher Sie meinem Vortrage über den Mond, den treuen Begleiter der Erde auf deren jährlicher Wanderung um die Sonne, folgen möchten.

Der Mond, welcher 50 Mal kleiner als unsere Erde ist, hat eine Masse, die etwa 3 Mal so dicht als wie das Wasser ist. Hinsichtlich seiner Größe bietet sich eine ziemlich allgemein bekannte Erscheinung häufig dar. Wenn wir nämlich den Mond hinter Bergen oder Gebäuden auf- und untergehen sehen, so erscheint er viel größer, als wenn er hoch über dem Horizonte stehet. Allein dies ist bekanntlich nur eine optische Täuschung, die, wenn man den Mond (☽) durch eine Fernrohr betrachtet, ganz verschwindet. In den Eindruck, welchen das Auge unmittelbar von den äußern Gegenständen erhält, mischt sich bekanntlich auch ein auf Gewohnheit und Erfahrung gestütztes Urtheil, nach welchem wir z. B. von zwei unter demselben Gesichtswinkel erschei-

nenden Gegenständen den für größer halten, welchen wir weiter von uns entfernt glauben. Wenn der Mond nahe am Horizonte steht, so erscheint sein Licht durch die Atmosphäre sehr geschwächt, und zugleich sehen wir zwischen ihm und uns Häuser, Bäume, Wälder und dergleichen. Dann halten wir den Mond für weiter von uns entfernt, als wenn er hoch am Himmel stehet, wo er am hellsten glänzt und nichts zwischen ihm und unserem Auge ist. Wenn also auch der Mond in beiden Fällen unter demselben Gesichtswinkel erschiene, so würden wir ihn doch im ersten Falle für größer halten, nicht, weil wir ihn wirklich größer sehen, sondern weil wir durch unser, in den gesehenen Gegenstand hineingetragenes Urtheil, ohne uns dieser Täuschung bewußt zu sein, ihn größer machen, als er in der That ist. — Wirklich ist der scheinbare Halbmesser des Mondes kleiner, wenn er am Horizonte stehet, weil er dann auch weiter von uns entfernt ist, als wenn er hoch am Himmel stehet. Wenn man den scheinbaren Durchmesser des durch ein Fernrohr betrachteten Mondes genau mißt, so zeigt sichs, daß der Mond im Zenith am größten erscheint. Dagegen hat er im Horizonte des Beobachters dieselbe Distanz von dem Beobachter, als er von dem Mittelpunkte der Erde zu derjenigen Zeit haben würde, wo er im Horizonte eines Beobachters im Mittelpunkte der Erde wäre.

Sorgfältig angestellte Beobachtungen haben gezeigt, daß die Umdrehung des Mondes um seine Axe ganz gleichförmig ist. Da man im Allgemeinen immer dieselben Flecken, von denen in der Folge ausführlich die Rede sein wird, also stets nur dieselbe Seite des Mondes sieht, so folgt, daß der Mond sich in derselben Zeit um seine Axe drehet, in welcher er sich um die Erde bewegt. Laplace hat durch sichere theoretische Untersuchungen gefunden, daß das jetzige

Menschengeschlecht niemals die andere Hälfte des Mondes gesehen hat, und auch in der Folge nie sehen wird.

Weil der Mond uns näher als alle andern Gestirne stehet, so bewirkt er, außer den Sonnenfinsternissen, auch Bedeckungen der Planeten und Fixsterne, seltener eines Kometen. Die Bedeckungen der Fixsterne sind zwar am häufigsten, aber mehr für das bewaffnete Auge, da der in Bezug auf das Licht der Fixsterne zu starke Mondschein nur die Bedeckungen der Fixsterne erster und zweiter Größe dem bloßen Auge sehen läßt. Fast immer erfolgt bei der Beobachtung mit einem Fernrohre das Verschwinden und Wiedererscheinen eines Sterns am Mondrande plötzlich, und besonders scharf lassen sich die Eintritte am dunkeln Mondrande beobachten. Alle Gestirne die von der Ekliptik weniger als 5° entfernt sind, können vom Monde bedeckt werden. Die Bedeckungen der Plejaden, des Jupiter und Saturn mit ihren Monden, so wie des Saturnringes, gehören zu den interessantesten astronomischen Schauspielen. Die Benutzung beobachteter Sternbedeckungen zur Bestimmung des geographischen Längenunterschiedes entlegener Orte geschieht sehr häufig, da sie scharfe Resultate gewährt.

Wenn der Mond als eine Sichel erscheint, sehen wir bekanntlich auch den übrigen Theil des nicht beleuchteten Mondes in einem schwachen Dämmerlichte schimmern, welches jedoch immer schwächer wird, je näher der Mond dem Ersten Viertel kommt. Diesen schwachen Schein sehen wir auch mehrere Tage vor dem Neumonde. In den tropischen Ländern wird diese Erscheinung am schönsten, jedoch in unsern nördlichen Breiten während der Frühlingsabende bei zunehmendem, in den Herbstmorgen aber bei abnehmendem Monde lebhafter, als zu andern Jahreszeiten und Nachtstunden, wahrgenommen. Dieser, das aschgraue Licht genannte Dämmerschein läßt sich auf folgende Weise erklä-

ren. Die große, durchaus beleuchtete Scheibe der Erde wirft eine sehr bedeutende Masse Licht auf den dunkeln Theil des Mondes, wodurch die Nächte desselben um diese Zeit weit mehr erhellt werden, als unsere Nächte zur Zeit des Vollmondes. Allein dieses von der Erde auf den Mond reflectirte Licht der Sonne wird von dem Monde abermals zurückgeworfen, und macht uns nun den sonst dunkeln Mondestheil sichtbar. Diesen sollte man im Neumonde selbst am besten sehen; allein dies findet nicht statt, weil um diese Zeit der Mond viel zu nahe bei der Sonne stehet, und wir das schwache Licht des Mondes vor dem zu starken Lichte der Sonne nicht mehr sehen können. So kommt es denn, daß wir etwa 8 Tage vor oder nach dem Neumonde dieses Licht am deutlichsten erblicken. Uebrigens kommt uns die von der Sonne beleuchtete Mondsichel stets viel größer vor, als der dunkle, in seinem schwachen Lichte dämmernde Theil, aber offenbar nur darum, weil ein stärkeres Licht in der Nähe eines schwächern sich befindend das letztere noch mehr zu schwächen scheint.

Wie die Tageszeiten des Mondes, so haben auch dessen Jahreszeiten manches Sonderbare. Unsere Jahreszeiten hängen von der Schiefe der Ekliptik ab. Bei der geringen Schiefe (5° 9′) des Mondes wird sich die Sonne nie über 5° 9′ nördlich oder südlich von seinem Aequator entfernen; die Bewohner dieses Aequators werden folglich die Sonne ihr ganzes Jahr hindurch immer sehr nahe zur Mittagszeit im Zenith und die Polbewohner die Sonne stets nur im Horizonte sehen, folglich immer Winter haben, während die Aequatorbewohner stets im Sommer leben. Die Seleniten haben daher keine eigentlichen Jahreszeiten; die Tage sind das ganze Jahr hindurch von fast gleicher Länge, und die Dauer des Jahres selbst ist der des Tages gleich, sobald man nämlich

unter Tag immer die Zeit von einem Aufgange der Sonne bis zum nächsten verstehet.

Sie werden leicht einsehen, daß in Folge dieser sonderbaren Einrichtungen auf dem Monde die Temperatur eine ganz andere, als die der Erde sein wird. Zudem hat die Mondatmosphäre eine so geringe Dichtigkeit, daß sie keineswegs mit der unserer Luft auf den höchsten Bergen verglichen werden kann. Eine so ungemein dünne Luft ist aber nur einer sehr geringen Erwärmung durch die Sonnenstrahlen fähig, so daß es daher auf der Oberfläche des Mondes, besonders an den Polen desselben, ungemein kalt sein mag, wenigstens für unser Gefühl, für das selbst die auf dem Monde stets gleiche, 14 Tage lange Gegenwart und Abwesenheit der Sonne keine sehr angenehme Folgen haben könnte, so daß wir am Aequator des Mondes immer abwechselnd zwei Wochen einer brennenden Sonnenhitze, und eben so lange wieder einer alles erstarrenden Kälte ausgesetzt sein würden.

Die Astronomen konnten sich lange nicht darüber vereinigen, ob der Mond eine Atmosphäre habe oder nicht. Erst Bessel, der die Sache sehr sorgfältig in Rechnung gezogen, fand, daß man für die äußerste Möglichkeit einer Mondluft die Dichtigkeit derselben zum mindesten 968 Mal schwächer, als die Dichtigkeit unserer Luft annehmen müsse. Und so wird es auch sein. Denn bei Sternbedeckungen findet keine Schwächung des Lichtes der Fixsterne statt und die Randlandschaften der Mondoberfläche sieht man eben so deutlich, als die in der Mitte gelegenen. Es darf daher auch an gar keine Aehnlichkeit der Naturverhältnisse zwischen dem Monde und der Erde gedacht werden.

Das Interessanteste, was ein ausgezeichnet gutes Fernrohr zu zeigen vermag, ist die Mondoberfläche selbst, deren

Beschaffenheit, weil der Mond unter allen Himmelskörpern der Erde am nächsten stehet, am besten bekannt ist. Schon Galilei, dann Scheiner, nachher Hevel, später Grimaldi, Riccioli, Cassini und Lahire haben gute Versuche gemacht, Mondcharten zu entwerfen. Tobias Mayer lieferte eine zwar kleine, doch nach wirklichen Messungen zuerst genau gezeichnete Charte, die fast bis jetzt die beste blieb, da nach Mädler's Urtheil selbst Schröter's schön, aber willkürlich ausgeführte Zeichnungen keine, eine feste und bleibende Grundlage gewährende Darstellung geben. Erst Lohrmann lieferte 4 nach richtigen Principien entworfene schöne Mondcharten, die ungefähr den neunten Theil der sichtbaren Mondscheibe enthalten, so wie auch eine meisterhaft ausgeführte Generalcharte des Mondes. Bereits im Jahre 1830 hatten Mädler und Beer eine Mondcharte, nach Lohrmann's Plane, jedoch ganz auf eigene treffliche Beobachtungen gegründet, zu entwerfen begonnen. Dieses aus 4 Blättern bestehende, unter dem Namen Mappa Selenographica rühmlichst bekannt gewordene Werk erschien im Jahre 1836.

Wie Sie vielleicht bereits wissen, sieht man in der Zeit vom Ersten bis zum Letzten Viertel schon mit bloßen Augen auf dem Monde mehrere größere und kleinere, verschiedentlich gestaltete Flecken von verschiedener Helligkeit. Hevel gab auf seinen Mondcharten den Flecken die Namen unserer größten und berühmtesten Länder, Meere, Flüsse, Berge u. s. w. Dagegen wählte Riccioli die Namen der berühmtesten Philosophen, und er erlebte das Glück, seinen Vorschlag durchgesetzt zu sehen, obgleich Hevel's Vorschlag der zweckmäßigere war. Denn man bemerkt schon mit mittelmäßigen Fernröhren die hellen Mondflecken mittels ihrer Schatten deutlich als Berge. Ihr Schatten liegt stets auf der, der Sonne entgegengesetzten Seite, und ist desto länger, je niedriger die Sonne für jene Berge stehet. Das Auffallendste bei

den Mondgebirgen ist deren große Höhe; denn einige erheben sich über die Oberfläche des Mondes bis auf 26 Tausend Fuß, so daß also die Mondberge, im Verhältniß der Durchmesser des Mondes und der Erde, 5 Mal höher sind als unsere Berge. Die grauen Flecken hielt man sonst für Meere, die hellern für Landschaften Die erstere Vorstellung ist aber falsch, wie ich Ihnen beweisen werde. Die grauen Landschaften zeigen sich ziemlich eben und die hellern gebirgig; die stark glänzenden Punkte, deren so viele der Vollmond zeigt, sind indessen nur selten Erhöhungen, vielmehr schroff absteigende Vertiefungen. Ueberhaupt ist die Gebirgsbildung von der auf der Erde vorherrschenden gänzlich verschieden; sie zeigt sich gewöhnlich als ein kreisrunder, geschlossener Wall mit einer hohl geböschten Tiefe. Man kennt sie unter dem Namen Ringgebirge, welche 2 bis 10 Meilen Durchmesser haben. Die größern derselben umschließen eine ebene Fläche und heißen Wallebenen, während die kleinsten dieser Art Krater genannt werden. Aber Vulkane hat der Mond nicht, obgleich man bis jetzt geglaubt, es sei von Herschel die Existenz der Mondvulkane behauptet worden. Die Ringgebirge sind seltener in den grauen, als in den hellern Mondgegenden; die größten derselben trifft man als Wallebenen im südwestlichen Theile des Mondes am häufigsten, und sie scheinen zu den frühesten Bildungen der Mondoberfläche zu gehören, weil sie unverkennbar spätern Formen aller Art gewichen sind. Auf dem Monde sind z. B. Ptolomäus, Alphons, Plato und Archimedes Ringgebirge, dagegen Plinius und Vitruvius Krater. Uebrigens darf man die lichten Streifen, die häufig durch Wallebenen wie über alle Mondgegenden gehen, nicht für wirkliche Erhöhungen halten, denn sie werden bei schräger Beleuchtung vergebens gesucht. — Den Wallebenen zunächst folgen der Größe nach die eigentlich sogenannten

Ringgebirge, die sehr häufig der Kreisform genau entsprechen, und die in ungemein großer Anzahl vorhanden sind. Häufig fällt der Wall nach innen und nach außen in sogenannte Terassen ab, und im Innern zeigt sich gewöhnlich eine Erhöhung, der man den Namen Centralberg gegeben hat. Die meisten Centralberge reichen nicht bis zum Walle empor und erreichen nur eine Höhe von 4 bis 5 Tausend Fuß, während der Wall, vom tiefsten Punkte des Innern an gemessen, bisweilen 12 bis 16 Tausend Fuß hoch ist. Beer und Mädler glauben, daß es auch Ringflächen ohne einen Centralberg geben könne. Bei diesen, so wie da, wo Centralberge stehen, ist das Innere öfters dunkelgrau, meistens aber eben so hell als der äußere Wall; in der südlichen Halbkugel sind die meisten mit ihrem Walle und der Umgebung desselben an Glanz und Farbe so sehr gleich, daß im Vollmonde nichts mehr von ihnen unterschieden werden kann. Dasselbe findet häufig bei den großartigsten, am tiefsten abstürzenden, mannigfaltig gegliederten Ringgebirgen und Wallebenen, sogar bisweilen in den grauen Flächen statt, folglich können diese letztern unmöglich Meere sein. Daher kommt es, daß der Anblick des vollen Mondes von dem z. B. des Ersten oder Letzten Viertels gänzlich verschieden ist, weil sich hier Schatten der Höhen und Vertiefungen, dort aber sich blos verschiedene Farben und deren Schattirungen zeigen. Sie werden hieraus nun leicht abnehmen, daß Sie die Mondgebirge werden am besten kennen lernen, wenn Sie den Mond zur Zeit des Ersten oder Letzten Viertels durch das Fernrohr betrachten, weil im Vollmonde die Sonne gerade über der Mitte der uns sichtbaren Mondscheibe stehet, und weil Sie alsdann die Schatten der Berge nicht sehen können, im Neumonde hingegen diese Schatten auf, gegen uns zu sehr schief liegende Theile der Mondoberfläche fallen Im Ersten und Letzten Viertel

aber geht die Sonne für die Mitte der uns sichtbaren Mondscheibe eben auf- und unter, und es zeigen sich folglich die Schatten der Berge dann am größten und deutlichsten. Es giebt mehr als 1000 Ringgebirge, deren Durchmesser größer als 2 Meilen ist; dagegen zeigt ein lichtstarkes Fernrohr von 5 Fuß Länge nahe 15 bis 20 Tausend kleine und kleinste Krater, welche beinahe sämmtlich sehr tief, doch nicht wirkliche, tief in's Innere der Mondkugel führende bodenlose Schlünde sind.

Ferner erhält der Mond in den Gegenden, wo sich sehr viele dieser nach Innen bedeutend schroff abstürzenden Krater befinden, ein gleichsam durchlöchertes Ansehen, und die meisten Krater zeigen im Vollmonde einen starken Glanz, obgleich bei manchen derselben nur der Rand glänzt und das Innere dunkel ist, so daß ein feiner Lichtring wahrgenommen wird. Uebrigens kommen die Krater auf dem Monde überall vor. — Gebirgsketten wie auf der Erde zeigen sich zwar auch auf dem Monde hier und da, aber nicht von gleicher bedeutender Länge; auch haben diese, gewöhnlich Kettengebirge genannten, an einander hängenden Berge keinesweges dieselbe Thal- und Gipfelbildung, wie die Gebirgsketten auf unserer Erde, weil sie sich mehr der Kraterform nähern und nicht in verschiedenen Aesten auslaufen. Eines der größten Kettengebirge von 200 Meilen Länge können Sie auf der Mondcharte seitwärts von Cassini und Aristippus bis zu Eratosthenes bemerken. Dagegen sind auf dem Monde ganz einzeln stehende Berge, sogenannte Bergkegel, in ungemein großer Anzahl vorhanden. Was ferner die grauen und flachen, sonst Meere genannten Mondlandschaften betrifft, so sind dieselben weit verbreitete Ebenen, und durchgängig von langen, in großen freien Krümmungen dahinziehenden Höhenrücken, die uneigentlich Bergadern genannt werden, durchzogen. Sie

sind keine Verzweigungen und Ausläufer größerer Gebirge, haben nur unter sich Verbindungen, verschwinden im Vollmonde gänzlich, und zeigen blos bei Auf- und Untergang der Sonne etwas Schatten, wodurch man sie alsdann erkennt. Auch zeigen sich nur auf wenigen derselben einige Gipfel. Ueberhaupt sind sie sehr niedrig, ihre Rückenlinie bildet sanfte Wellen, und manche erstrecken sich auf 60 bis 80 Meilen weit. Dagegen giebt es in den hellern Landschaften wenige und nicht lange Bergadern. — Die hellern und dunkeln Theile der Mondscheibe haben zwar ihren Grund wohl nur in der eigenthümlichen Bildung des Mondbodens. Dennoch müssen als sehr merkwürdig und völlig räthselhaft die Lichtstreifen angeführt werden, deren etliche vereinzelt dahinlaufen, die meisten aber Strahlensysteme bilden. Diese Lichtstreifen laufen über Gebirge, Thäler und Ebenen, ohne ihre Gestalt, Farbe oder Richtung zu ändern, sind meistens ½ bis 3 Meilen breit, und verschwinden bei schräger Beleuchtung allmälig. Bisweilen vereinigen sie sich gleichsam zu einem Lichtknoten. — Eine eben so sonderbare Formation zeigen die sogenannten Rillen, nämlich jene äußerst schmalen doch tiefen Furchen, die meistens geradlinig durch Ebenen, seltner durch Gebirgslandschaften laufen. Sie sind nur schwer wahrzunehmen. Man kennt bis jetzt ungefähr 90 Rillen, die sich im Vollmonde als glänzende Lichtlinien, sonst aber als schwarze Fäden zeigen, in denen zuweilen kleine rundliche Erweiterungen sich befinden, durch welche die Rillen gleichsam wie durch einen Krater gehen. Aber schlängelnde, unsern Flüssen ähnliche Krümmungen finden sich nirgends, daher diese Rillen keine Stromsysteme sein oder wenigstens keine dergleichen gewesen sein können; wohl aber gleichen sie unsern Thalwegen und Straßen. An künstliche Kanäle und Chausseen darf man jedoch bei Rillen, deren Breite nach Tausenden von Fußen gemessen werden

muß, nicht denken. Es ist auch eine voreilige Behauptung, der Mond habe Wohnungen, Städte, künstliche Straßen, Festungen und andere Bauwerke, wie namentlich Schröter und Gruithuisen ganz deutlich gesehen haben wollen. Wohl lassen sich über 4000 Fuß im Durchmesser große Gegenstände auf dem Monde deutlich, aber nur nicht ihrer Gestalt nach wahrnehmen; denn sie stellen sich blos als Punkte dar. Bei der fortschreitenden Verbesserung und Vergrößerung der Fernröhre die Wohnungen der Seleniten und ihrer Kunstproducte ganz deutlich wahrnehmen zu können, ist dennoch unmöglich, weil dann gewisse Schwierigkeiten und Hindernisse in gleichem Grade zunehmen. Man darf hierbei nur an die Atmosphäre der Erde und an das erborgte Licht des Mondes denken. Wirklich zeigen sich diese Schwierigkeiten bei Anwendung der jetzigen großen Fernröhre auf den Mond schon bedeutend, und namentlich ist es von allen Himmelskörpern der Mond, für welchen sich die stärksten Vergrößerungen ziemlich schlecht bewähren. Dagegen wird man, sobald die Beobachtungen genau und fleißig fortgesetzt werden, einst mehr von dem Monde zu sagen wissen, weil dann bessere Vergleichungen mit den frühern Beobachtungen gemacht und richtigere Schlüsse gezogen werden können, als jetzt, wo erst angefangen worden ist, mit dem bessern Fernrohre den Himmel aufmerksam zu beobachten. Besonders wird man einst im Stande sein, bisher wirklich stattgefundene Veränderungen der Mondoberfläche sicher nachzuweisen. Doch eine Ansicht stehet schon jetzt fest, nämlich daß die Selenographie oder Mondbeschreibung stets beim Allgemeinen anfangen und zum Besondern fortschreiten muß, also anders als die Geographie oder Erdbeschreibung zu verfahren habe.

Nach dem, was Sie vom Monde im Allgemeinen und im Besondern kennen gelernt haben, werden Sie nun freilich

auf ihm keine uns ähnliche lebende Wesen vermuthen. Dennoch sind Seleniten nicht undenkbar, da die Allmacht und Weisheit des Schöpfers, der unsere Erde mit der größten Mannigfaltigkeit ausgestattet hat, diese Mondbewohner so erschaffen haben wird, daß sie, ungeachtet mancher nur uns sonderbar scheinenden Einrichtungen desselben, leben und sich eben so glücklich fühlen können, als wir Menschen. Welchen Körper, welchen Geist, welche Lebensart u. s. w. die Seleniten haben, können wir freilich nicht vermuthen, wohl aber wenigstens sicher behaupten, daß sie wegen der außerordentlich dünnen Mondluft und wegen des Mangels an Dämmerung andere Lungen und andere Augen, als wir haben müssen, auch andere Muskeln, weil eine größere Leichtigkeit aller Bewegungen auf dem Monde herrscht, welcher unsere Bewegungswerkzeuge nicht entsprechen. Wir selbst würden uns daher dort in einem sehr unbehaglichen Zustande befinden. Nur die Astronomen hätten gerechte Ursache, sich auf dem Monde lebend zu wünschen, und zwar auf der von der Erde abgewandten Seite dieses Weltkörpers, weil dort die Nächte stets dunkel sind, und der Himmel wegen der außerordentlich dünnen Mondluft immer als ein rein und prachtvoll gestirntes Firmament sich darstellt.

Erlauben Sie mir, am Schlusse meines Vortrages über den Mond noch einer, besonders für die Schifffahrt sehr wichtigen Erscheinung zu gedenken, da sie hauptsächlich durch den Mond erzeugt wird, nämlich der Ebbe und Fluth. So heißt im Allgemeinen die regelmäßige Bewegung der Gewässer des Meeres, der zufolge ihr Stand des Tages zweimal am höchsten und zweimal am tiefsten ist. Denken Sie sich einmal an die Küste eines freien und großen Meeres, z. B. der Nordsee, so wird die Erscheinung der Ebbe und Fluth so vor sich gehen: Zur Zeit, wo das Wasser am höchsten steht, d. h. zur Zeit der höchsten Fluth

bemerkt man mehrere Minuten lang keine Veränderung im Stande des Wassers; allmälig jedoch fängt dasselbe an, westwärts abzulaufen, erst langsam, dann aber mit immer wachsender Geschwindigkeit, die nach ungefähr 3 Stunden ihr Maximum erreicht. Hierauf dauert das Fallen mit abnehmender Geschwindigkeit noch 3 Stunden lang fort, so daß ungefähr nach etwas mehr als 6 Stunden, von der Zeit der höchsten Fluth an gerechnet, der tiefste Stand des Wassers eintritt, den man die tiefe Ebbe oder auch die tiefe See nennt. In diesem tiefen Stande verharrt das Wasser nur kurze Zeit, und fängt dann wieder 6 Stunden an zu steigen in derselben Weise, als es vorhin gefallen, so daß nach etwas mehr als 6 Stunden wieder hohe Fluth eintritt. Auf solche Weise wiederholt sich die Erscheinung in Perioden von 12 Stunden 25 Minuten ohne Aufhören. Der Unterschied des Wasserstandes zwischen der hohen Fluth und der tiefen Ebbe ist weder an allen Orten, noch an einem und demselben Orte zu allen Zeiten gleich. So beträgt z. B. dieser Unterschied an den deutschen Ufern der Nordsee 12 Fuß, am westlichen Ende des Canals aber bisweilen mehr als 40 Fuß. Die Lage der Küsten und die Richtung des Windes ändern zum Theil den regelmäßigen Erfolg der Erscheinung bedeutend. Befreit man jedoch die Erscheinung von diesen localen und temporären Einflüssen, so giebt sich für die Höhe des Wassers eine monatliche und jährliche Periode zu erkennen. Man bemerkt nämlich vor Allem auffällig einen größern Unterschied des Wasserstandes zwischen hoher Fluth und tiefer Ebbe zur Zeit des Neu- und Vollmondes, als zur Zeit der Quadraturen. Dieser Unterschied ist ferner größer zur Zeit, wo die Sonne im Perihel sich befindet, als wenn sie im Aphel stehet. Es unterliegt hiernach keinem Zweifel, daß als Ursache der Ebbe und Fluth die Sonne und der Mond zu

betrachten sind. — Wir wollen nun zur Erklärung der Erscheinung uns die Oberfläche der Erde in allen Punkten gleich hoch mit Wasser bedeckt denken und fragen, was die Wasserfläche wohl für eine Gestalt annehmen würde, wenn die Erde zufolge der Anziehung nach dem Monde zu fallen anfing, um zunächst nur den Einfluß des Mondes zu berücksichtigen, der allerdings der bedeutendste ist. Offenbar werden hierbei die Theile am stärksten angezogen werden, die dem Monde am nächsten sind; es wird demnach das die Erde umgebende Wasser sich am meisten an der Stelle anhäufen, welche den Mond im Zenith hat, und hier folglich ein Wasserberg entstehen. Von hier an wird die Höhe des Wassers immer mehr abnehmen und in den Punkten am kleinsten sein, die um 90° von ersterem entfernt sind, d. h. den Mond im Horizont haben. Auf dem Punkte der Erde aber, der den Mond im Nadir hat, der also jenem zuerst genannten diametral entgegen liegt, wird ebenfalls eine Erhöhung des Wassers stattfinden. Denn offenbar wird dieser Punkt am schwächsten angezogen werden, also am meisten hinter den andern zurückbleiben. Es wird also gleichzeitig an zwei Punkten der Erde, die einander diametral entgegen liegen, eine Erhöhung oder Ansammlung des Wassers eintreten. Von diesen beiden Punkten aus wird dann die Höhe des Wassers nach einem gewissen Gesetze abnehmen und in den Punkten des Kreises am geringsten sein, der jene beiden Punkte zu Polen hat, also, wie ich schon erwähnt habe, in den Punkten, die den Mond im Horizont sehen. Obschon die Erde keine ganz und gar von Wasser umgebene Kugel ist, so ist doch der bei weitem größere Theil mit Wasser bedeckt, und das Wasser des Meeres wird sich demnach in den Punkten am meisten ansammeln, die den Mond im Meridian haben, es sei nun in der untern oder in der obern Culmination. Da ferner

der Mond zufolge seiner eigenen Bewegung und der Rotation der Erde aller 12 Stunden 25 Minuten wieder in den Meridian eines und desselben Ortes tritt, so muß auch die Ebbe und Fluth innerhalb dieser Periode zurückkehren. Es zeigt sich nun aber, daß die Zeit der Fluth nicht genau mit der Culminationszeit des Mondes zusammenfällt, was auf der ersten Blick befremden könnte. Wenn Sie indessen bedenken, daß zufolge der Trägheit der Materie die Wassermasse nicht sogleich der scheinbaren Bewegung des Mondes folgen kann, so ist auch diese Erscheinung erklärt; denn daß die Fluth an den verschiedenen Orten bald in kürzerer, bald in längerer Zeit der Culmination des Mondes folgt, ist localen Einflüssen zuzuschreiben. Hierdurch wäre die tägliche Periode der Ebbe und Fluth erklärt. Es übt aber nicht blos der Mond sondern auch die Sonne eine Anziehung auf das Wasser aus, und offenbar müssen sich beide Kräfte zur Zeit der Quadraturen entgegen wirken, denn daß auch bei dem Vollmonde eine Vergrößerung der Fluth stattfinden muß, was anfangs unmöglich erscheinen könnte, rechtfertigt sich auf eben dieselbe Weise, als wie ich schon erwähnt habe, daß auch auf der vom Monde abgewandten Seite eine Erhöhung eintreten muß. Hieraus erklärt sich die monatliche Periode der Ebbe und Fluth. Die Fluthen, die um die Zeit der Syzygien stattfinden, nennt man gewöhnlich Springfluthen, hingegen die bei den Quadraturen Nipp-, oder Wipp-, oder auch taube Fluthen. Was endlich die jährlichen Perioden anlangt, deren es mehrere giebt, so ist vorzüglich die hervorzuheben, welche von dem Eintritte der Sonne in das Perihel und Aphel abhängen. Im letztern befindet sich die Sonne, wie Sie wissen, um die Zeit des Sommersolstitium, im erstern zur Zeit des Wintersolstitium; es werden demnach in den Wintermonaten höhere Fluthen stattfinden, als in den

Sommermonaten. Da übrigens der Mond sich nie mehr als 30° von dem Aequator entfernen kann, so folgt daraus, daß innerhalb der Zone, die von 30° nördlicher und 30° südlicher Breite begrenzt wird, die Ebbe und Fluth am größten sein muß, was auch die Beobachtungen bestätigen, da in den Meeren bei den Polen gar keine bemerkt wird. Es können außerdem blos freie und große Meere, die mit dem Oceane in Verbindung stehen, Ebbe und Fluth haben. Steht z. B. der Mond nahe über dem caspischen Meere, so wird zwar das Wasser desselben auch angezogen werden, aber seiner geringen Ausdehnung wegen überall gleichmäßig, so daß eine Erhöhung eines einzelnen Theils nicht stattfinden kann.

Dreiundzwanzigster Vortrag.

Die Kometen. — Bahnen und Beschaffenheit der Kometen. — Die fünf periodischen Kometen. — Das Aufsuchen neuer Kometen.

Ich komme in meinem heutigen Vortrage zu der Betrachtung derjenigen Himmelskörper, welche man **Kometen** (Haarsterne) nennt und die vorzüglich ein Gegenstand der erhöhten Aufmerksamkeit zu allen Zeiten, wenn auch in sehr verschiedenem Sinne gewesen sind.

Die Kometen sind Gestirne, welche sich durch eine neblige Umhüllung, bisweilen auch durch einen langen glänzenden Schweif von den übrigen Himmelskörpern wesentlich unterscheiden. Ehe man das Fernrohr kannte, sah man natürlich blos große und glänzende Kometen, was freilich selten geschah. Man war daher sonst der Meinung, daß sie plötzlich entständen, was doch irrig ist, da man bei ihrem Verschwin-

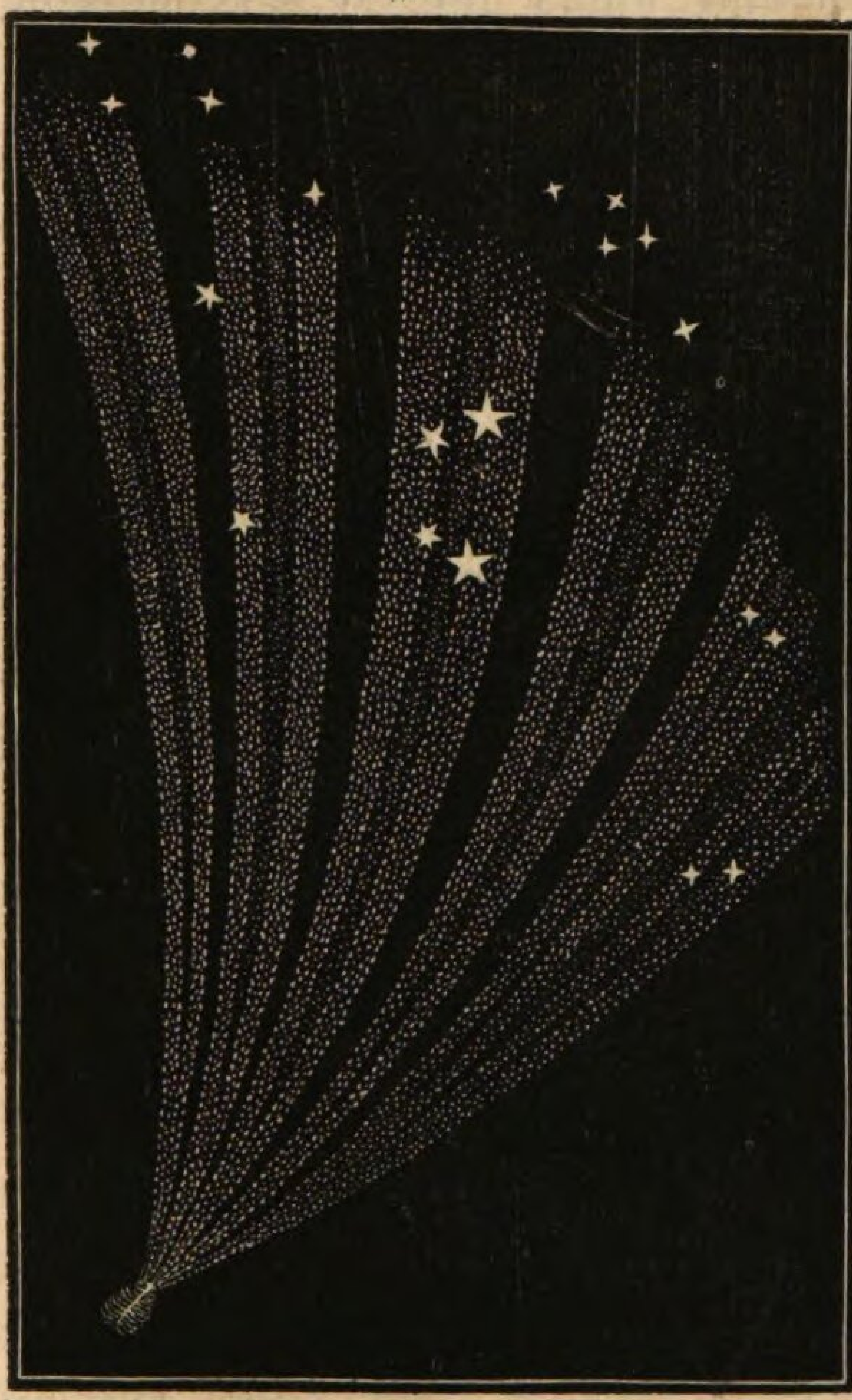
den sehr leicht hätte bemerken können, wie sie sich scheinbar. langsamer bewegen, so bald sie allmälig kleiner werden Es ist mithin kein Wunder, daß sonst große Kometen die Menschen erschreckten, und die abergläubische Welt sah in diesen Sternen entweder die am Himmel ausgesteckten Strafzeichen des Zornes Gottes oder die Propheten bald eintretender Krankheiten, Mißwachs-Jahre, Kriege u. s. w. Indessen waren Diejenigen noch die Vernünftigern, welche die Kometen nicht dafür, sondern sie als bloße zufällige Lufterscheinungen ansahen, obgleich auch dies ein Irrthum sein mußte. Doch war dies eher zu entschuldigen, weil man glaubte, die Kometen könnten deshalb keine Himmelskörper sein, weil sie nicht wie die Planeten im Thierkreise liefen und beständig sichtbar wären, sondern nur zuweilen erschienen, nach ganz verschiedenen Richtungen am Himmel sich kurze Zeit fortbewegten, ihre Gestalt, Größe und ihren Glanz beständig änderten und endlich verschwänden. Erst als die großen Kometen von 1664 und 1680 erschienen, zogen der Italiener Borelli und der Prediger Dörfel zu Plauen im Voigtlande aus den Beobachtungen dieser beiden Gestirne den richtigen Schluß, daß die Kometen als wirkliche Himmelskörper in regelmäßigen, meistens sehr großen Bahnen um die Sonne laufen. Allein erst Newton war es vorbehalten, diesen Schluß als einen mathematisch richtigen darzustellen. Er bewies, daß die Kometen gleich den Planeten Weltkörper unsers Sonnensystems sind, die, Licht und Wärme von der Sonne empfangend, nach den nämlichen Gesetzen, welche die Planeten befolgen, ihre Bahnen um die Sonne beschreiben. Newton zeigte ferner mittels des von ihm entdeckten Gesetzes der Gravitation, daß die Sonne in dem einen gemeinschaftlichen Brennpunkte aller elliptischen Kometenbahnen sich befinde, auch daß diese Bahnen gewöhnlich von sehr bedeutender Größe und viel excentrischer als

die Planetenbahnen sein müssen, so daß es viele Kometen gebe, welche erst nach Jahrhunderten oder gar erst nach Jahrtausenden ihren Lauf um die Sonne vollenden. Indessen könnte es wohl auch Kometen geben, die sich in Hyperbeln um die Sonne bewegen, folglich, da die Hyperbel keine geschlossene, sondern ins Unendliche fortlaufende Linie ist, nicht mehr zurückkommen, sondern wahrscheinlich von einer Sonne zur andern wandern. Ein solcher Himmelskörper scheint der genau berechnete Komet von 1771, vielleicht auch der kleine von 1824 zu sein. Sollte aber dies wirklich stattfinden, so müßte man über die Entstehung und allmälige Ausbildung, vielleicht auch über das allmälige Vergehen der Kometen allerdings erst im Reinen sein. Newton war zugleich der Erste, welcher erklärte, wie aus einigen an einem Kometen angestellten Beobachtungen die Bahn desselben berechnet werden könne.

Jetzt weiß man, daß die Kometen mit zu- und abnehmender Lichtstärke erscheinen, aber gewöhnlich bald, nie später als nach 6 Monaten wieder verschwinden. Die neuern und bessern Beobachtungen haben gelehrt, daß die Kometen aus einer gewöhnlich kugelförmigen, oft aber auch anders geformten Nebelhülle bestehen, in welcher der Kern des Kometen als ein hellerer Punkt steht; der Schweif muß wohl eine meistens an Luft schwächere Fortsetzung der Nebelhülle nach einer oder nach mehrern Seiten sein. Nur die Nebelhülle ist eigenthümlich, da man sie an jedem Kometen bemerkt, während man oft Kometen ohne Kern oder Schweif wahrgenommen hat. Was den Kern betrifft, so ist er in der Regel zwar klein, jedoch der hellste Theil des Kometen, obschon sein Licht dem der Planeten nicht gleichkommt. Dagegen ist die Nebelhülle gewöhnlich so dünn, daß man durch sie selbst kleinere Fixsterne mit ungeschwächtem Glanze hindurch schimmern sieht.

Höchst merkwürdig sind die Schweife der Kometen. Sie liegen meistens auf der, der Sonne entgegengesetzten Seite des Kerns oder der Nebelhülle. Allein man hat auch Kometen mit zwei und mehrere Schweifen beobachtet; ja der schöne Komet von 1744 (s. Fig. 28.), von welchem Heinsius treffliche Abbildungen hinterlassen hat, zeigte sich sogar mit sechs Schweifen. In der Regel wird der Schweif gegen sein Ende zu breiter und ist seiner Länge nach in der Mitte gewöhnlich durch einen dunkeln Streifen gespalten, so das es aussieht, als wäre der Schweif doppelt. Dieser Erscheinung läßt sich durch die Annahme erklären, daß der Schweif ein hohler, mit einem eigenthümlichen schwachen Lichte begabter, durchsichtiger Kegel sei, der sich dann an seinen beiden Rändern offenbar viel glänzender, als in der Mitte zeigen muß. Da die Schweife erst dann bemerkt werden, wenn die Kometen selbst näher zur Sonne kommen und sich allmälig größer zeigen, so muß die Sonne offenbar die Ursache der Entstehung der Schweife sein. Hiermit stimmt auch die bekannte Erfahrung überein, daß die Schweife mit der allmäligen Entfernung der Kometen von der Sonne wieder an Größe abnehmen. Jedenfalls sind aber die Kometenschweife meistens feine, durch die Sonnenhitze

Fig. 28.



aus den Kometenkernen sich entwickelnde Dämpfe. Die Kometen mit äußerst großen Schweifen, welche in neuerer Zeit gesehen wurden, sind die von 1744, 1769, 1807, 1811 und 1843. Die physischen Veränderungen eines Kometen müssen oft ungeheuer sein, und können bisweilen schon nach wenigen Tagen eintreten. Sie sind mithin die erste und größte Ursache der äußern Veränderungen der Kometen hinsichtlich ihrer Helligkeit, Gestalt, Größe u. s. w. Man würde sich also sehr täuschen, wenn man diese äußerlichen Zeichen, sobald sie bei irgend zwei Kometen nahe übereinstimmend gefunden würden, als Beweismittel allein für die Behauptung benutzen wollte, daß diese beiden Kometen dann nur einer waren. Ueber eine solche Identität kann natürlich blos die große Aehnlichkeit der Bahnelemente zweier Kometen entscheiden.

Wahrscheinlich sind Sie, hochgeehrte Zuhörer, begierig zu erfahren, wie viel es wohl Kometen giebt. Die Astronomen können Ihnen hierüber keine bestimmte Auskunft geben. Die Zahl der bis jetzt wahrgenommenen Kometen beläuft sich über 400. Die Astronomen haben, da zu allen Zeiten Kometen erschienen sind und seit ungefähr 50 Jahren, da man sehr fleißig nach diesen Himmelskörpern sucht, beinahe jährlich einer oder mehrere derselben entdeckt werden, die wahrscheinliche Anzahl aller in unserem Sonnensysteme vorhandenen Kometen auf einige Hunderttausende angeschlagen, welche Behauptung, berücksichtigt man noch andere Umstände, gar nichts Uebertriebenes enthält. Aber nur die wenigsten von alle diesen Kometen nähern sich der Erdbahn unter so günstigen Verhältnissen, daß sie von der Erde aus bemerkbar werden Die Berechnungen von etwa 160 in neuerer Zeit erschienenen Kometen haben die Möglichkeit einer so außerordentlich großen Anzahl von Kometen sehr wahrscheinlich gemacht. — Man hat gefunden, daß nach

allen Richtungen die Bahnen dieser sonderbaren Himmelskörper um die Sonne herum liegen und in allen Gegenden des gestirnten Himmels erscheinen können, daß ferner ihr Lauf sowohl nach Norden oder Süden, als auch nach Osten oder Westen gerichtet sein kann, ohne daß sie sich einander stören. — Die durch die allerdings mögliche sehr große Anzahl der Kometen entstandene, schon öfters aufgeworfene Frage, ob es wohl möglich sei, daß einmal ein Komet mit der Erde zusammenstoße, ist von keinem der Astronomen zuverlässiger und beruhigender beantwortet worden, als von Olbers. Dieser hat durch mit gehöriger Kritik geführte, auf Rechnung gestützte Untersuchungen gefunden, daß, wenn sämmtliche Kometen, die der Sonne näher kommen können, als die Erde, jeder im Durchmesser nur halb so groß als der der Erdkugel wäre, von ihnen nur einer und zwar erst in 140 Millionen Jahren mit unserer Erde unmittelbar zusammentreffen würde; daß ferner von den Kometen, deren Durchmesser nur ein Fünftel von dem der Erde betrüge, ein solcher Zusammenstoß erst in 316 Millionen Jahren mit Wahrscheinlichkeit zu erwarten sein würde; und daß endlich eine bloße, jedoch bedeutende Annäherung eines Kometen an die Erde zwar schon in 24000 Jahren stattfinden könnte, daß aber dieser Komet alsdann immer noch 300 Tausend Meilen von uns entfernt sein würde.

Die Zahl der Kometen von bekannter Umlaufszeit, deren jedesmalige Wiederkehr mit Bestimmtheit erwartet werden kann, beträgt bis jetzt freilich nur fünf: der Halley'sche, Olbers'sche, Encke'sche, Biela'sche und Faye'sche Komet. — Halley, der erste fleißige Berechner von Kometenbahnen, fand, daß die Kometen von 1456, 1531, 1607 und 1682 beinahe dieselbe Bahn hatten. Er behauptete daher, weil auch diese Jahre ziemlich gleich weit aus einander liegen, daß diese sämmtlichen Kometen nur

einer und derselbe gewesen seien, der eine Umlaufszeit von 75 bis 76 Jahren habe. Halley sagte dessen Wiederkunft auf das Ende des Jahres 1758 voraus, was auch nahe eingetroffen ist; denn der sächsische Landmann Pahlitzsch fand ihn zu dieser Zeit zuerst wieder auf. Dieser Komet, seitdem der Halley'sche genannt, ist bekanntlich 1835 bis 1836 abermals erschienen. Seine nächste Wiederkehr wird im Jahre 1911 stattfinden.

Am 6. März 1815 entdeckte Olbers in dem Sternbilde der Fliege einen Kometen, von dem es sich sehr bald mit großer Gewißheit ergab, daß er seine Bahn in 74 Jahren durchlaufe, und dem zufolge 1889 wieder erwartet werden könne. — Als am 26. November 1818 Pons in Marseille einen Kometen entdeckte und Encke dessen Bahn berechnete, fand dieser das überraschende Ergebniß, daß der Komet schon in den Jahren 1786, 1795 und 1805 erschienen und beobachtet worden sei, und daß er die für Kometen außerordentlich kurze Umlaufszeit von $3\frac{1}{2}$ Jahren habe. Encke's Vorausbestimmungen der Wiedererscheinungen dieses, seitdem der Encke'sche Komet genannten Himmelskörpers auf die Jahre 1822, 1825, 1828, 1832 u. s. w. sind genau eingetroffen. — Es hat sich hierbei der merkwürdige Umstand ergeben, daß dieser Komet jedes Mal etwas eher in seine Sonnennähe wieder gelangte. Dies hat Encke dadurch zu erklären versucht, daß er annimmt, der nur aus lockerer Dunstmasse bestehende Komet erleide in seiner Bewegung um die Sonne einen gewissen Widerstand von dem Aether, mit dem der Weltenraum angefüllt sei, so daß er allmälig stärker von der Sonne angezogen und hierdurch seine Bahn immer mehr verkleinert werde.

Am 28. Februar 1826 wurde von v. Biela ein Komet entdeckt, welchem die Berechnung eine Bahn mit 6 Jahren und 270 Tagen Umlaufszeit sehr bestimmt anwies. Dieser

Komet erschien gleichfalls zur vorausberechneten Zeit, im Jahre 1832, wieder, eben so 1839 und Ende 1845. Bekanntlich ist er derjenige, welcher 1832 ziemlich nahe der Erde vorübergegangen war und deshalb allgemeine Besorgniß erregte, und welcher 1846 im Januar und Februar sich als ein Doppelkomet gezeigt hat.

Am 22. November 1843 entdeckte Faye zu Paris im Orion einen Kometeu, dessen Bahn Le Verrier genau bestimmt hat; er ist wirklich gegen Ende des Jahres 1850 wieder erschienen; seine Umlaufszeit beträgt 7½ Jahre.

Man vermuthet auch noch von andern Kometen, daß sie wieder erscheinen werden, denn es sind wenigstens noch zwei in neuester Zeit aufgefundene Kometen merkwürdig geworden. Brorsen fand am 26. Februar 1846 einen Kometen, welcher, eine Umlaufszeit von 5½ Jahren habend, im Herbste des Jahres 1851 wahrscheinlich wiederkehren wird. — In der Nacht zwischen dem 27. und 28. Juni 1851 entdeckte d'Arrest im Sternbilde der Fische einen teleskopischen Kometen, von dem die Rechnungen mit großer Gewißheit gezeigt haben, daß seine Bahn eine Ellipse ist, deren Sonnenferne wenig über die Jupitersbahn hinausreicht, und in welcher der Komet nahe zu binnen je 7 Jahren in die Nähe der Erde zurückgeführt wird.

Jedenfalls werden Sie wenigstens im Allgemeinen zu erfahren wünschen, wie man Kometen entdeckt und berechnet. Ich theile Ihnen nun hierüber Folgendes mit. Um sich dem Aufsuchen neuer Kometen mit Erfolg hinzugeben, muß man mit einem Kometensucher — welches ein Fernrohr von nur schwacher Vergrößerung, aber mit großem Gesichtsfelde und starker Helligkeit ist — des Abends nach Sonnenuntergang am westlichen und des Morgens vor Sonnenaufgang am östlichen Himmel die einzelnen Sternbilder sorgfältig durchmustern, und sobald etwas Verdächtiges sich zeigt, nach-

sehen, ob auf den Sterncharten an der Stelle, wo man jenes gefunden, ein Nebelfleck stehet oder nicht; meistens wird blos das Erstere der Fall sein. Sollte aber auf der Sterncharte nichts angegeben sein, so bestimmt man nicht nur die Lage des entdeckten fremden Gestirns gegen die benachbarten Sterne, sondern man betrachtet nun dasselbe auch durch ein stärker vergrößerndes Fernrohr. Stellt dasselbe das Entdeckte kometenartig dar, und befindet sich in derselben oder in einer der nächsten Nächte der Gegenstand nicht mehr an dem Orte, wo man es aufgefunden, sondern ist es vielmehr unter den Sternen fortgerückt, so ist es dann höchst wahrscheinlich, daß man einen Kometen entdeckt hat. Hierauf muß man, um ihn nicht wieder zu verlieren, ungesäumt zur Bestimmung der geraden Aufsteigung und Abweichung des Kometen schreiten, so wie die Entdeckung selbst mit allen Nebenumständen, wie sie geschehen, öffentlich wahrheitstreu bekannt machen. — Was nun die Berechnung der Bahn betrifft, so begnügt man sich vorläufig nur mit einer genäherten Bestimmung, indem angenommen wird, daß der Komet sich in einer parabolischen Bahn bewege. Eine Parabel nämlich kann als eine sich nicht schließende Ellipse mit unendlich großer Axe betrachtet werden. Wenn nun Parabel und Ellipse denselben Scheitel und Brennpunkt haben, so nähern sich die Bogen beider Curven in der Nähe des Scheitels, das ist des Perihels, bedeutend, und eben an dieser Stelle ist es, wo man die Kometen gewöhnlich blos beobachten kann, weil sie daselbst der Sonne und folglich auch fast stets der Erde am nächsten sich befinden. Soll aber nachher die elliptische Bahn eines Kometen genau berechnet werden, so müssen freilich auch die Störungen berücksichtigt werden, die der Komet in seinem Laufe in der Nähe eines der größern Planeten erfährt. Denn sonst würde es unmöglich sein, die Umlaufs-

zeit des Kometen und somit auch seine Wiederkehr zuverlässig genug zu bestimmen. Freilich kann ein kleiner Fehler in der Bestimmung der Bahn schon einen großen Irrthum hinsichtlich der bestimmten Umlaufszeit hervorbringen, so daß dann in einem solchen Falle blos die wirklich stattgefundene Wiederkehr des Kometen das sicherste Kennzeichen für die Identität zweier Kometen abgeben kann, wie dies z. B. bei den obigen erwähnten 5 Kometen geschehen ist.

Die Kürze der Zeit erlaubt mir leider nicht, länger über die Kometen zu sprechen, und ich will daher schließlich nur noch erwähnen, daß man Verzeichnisse aller bis jetzt wahrgenommenen Kometen besitzt, aus älterer Zeit von Riccioli, Lubienitzky und Hevel, Halley, aus neuerer Zeit von Prosperin, Pingré und Olbers, und seit 1847 das von Galle verbesserte und vermehrte Olbers'sche Verzeichniß. Hierbei dürfte ich wohl auch das, von mir selbst bearbeitete und herausgegebene, Verzeichniß aller bis zum Jahre 1847 berechneten Kometenbahnen nennen. In allen diesen Kometentafeln findet man auch die Namen der vorzüglichsten Entdecker und Berechner von Kometen. — Wer von Ihnen übrigens etwas Näheres über die Kometen überhaupt hinsichtlich ihres vermeintlichen Einflusses auf Menschen, Thiere u. s. w. zu erfahren wünscht, möge besonders Littrow's Schrift: „Ueber den gefürchteten Kometen des gegenwärtigen Jahres 1832 u. s. w. Wien 1832" lesen, und wird daselbst manchen interessanten Aufschluß finden.

Vierundzwanzigster Vortrag.

Eigenschaften und Fall der Körper. — Störungen der Planeten; periodische und säculare. — Präcession, Nutation und Aberration.

Geehrte Anwesende! Gewiß werden Sie sich veranlaßt sehen, nach den Grundursachen der himmlischen Erscheinungen und Bewegungen zu fragen; nämlich Sie werden wißbegierig genug sein zu erfahren, warum Alles so geschieht, wie wir es selbst am Himmel wahrnehmen oder von den Astronomen behaupten hören, und was die Störungen der Planeten und Kometen sind. Um nun Ihrem Verlangen zu entsprechen, muß ich Sie zuerst mit den Körpern und ihren vorzüglichsten Eigenschaften, dann auch mit dem Fall der Körper bekannt machen.

Materie ist das, was einen Raum ausfüllt. Ein Körper ist ein mit Materie erfüllter in bestimmte Grenzen eingeschlossener, mithin wahrnehmbarer Raum, welcher Veränderungen, die durch Kräfte hervorgebracht werden, unterworfen ist. Diese sind die Ursachen, jene die Wirkungen; es giebt theils innere, theils äußere Kräfte und Veränderungen. Man kennt feste, flüssige und luftförmige Körper; alle besitzen Eigenschaften. Zuerst Ausdehnung, wodurch ein Körper seine Gestalt empfangen, und dann Undurchdringlichkeit, vermöge der sein Raum von keinem andern Körper gleichzeitig eingenommen werden kann. Theilbarkeit ist die Eigenschaft eines Körpers, sich entweder in beliebig viele Theile oder in immer kleiner werdende Theile zerlegen zu lassen. Ausdehnbarkeit zeigen fast alle erwärmten Körper und vermehrt das Volumen, das ist: den äußern Umfang der Körper. Zusammendrückbarkeit zeigt sich nach Druck oder Schlag, vermindert das Volumen. Die Körper sind nur mehr oder

minder mit der Materie, aus der sie bestehen, erfüllt, da sie kleinere oder größere, gewöhnlich mit Luft oder Wasser erfüllte Räume besitzen, die man Poren nennt, deren Dimension bei Ausdehnung des Körpers vergrößert wird. Folglich hat jeder Körper eine gewisse Porosität. Je mehr nun Materie in demselben Raume vorhanden ist, desto kleiner müssen die Poren sein, und desto größer die Masse, d. h. die Menge der Materie. Das Verhältniß der Masse eines Körpers zu seinem Volumen giebt dessen Dichtigkeit, welche desto größer ist, je mehr Masse der Körper bei einem gewissen Volumen hat.

Elasticität oder Federkraft ist die Fähigkeit eines Körpers, dessen Gestalt auf irgend eine Weise geändert worden ist, von selbst, sobald die einwirkende Kraft aufgehört hat, die ursprüngliche Form wieder anzunehmen. Wenn ein Körper sich durch Kräfte von einem Orte zum andern bewegen läßt, so hat dieser Körper Bewegbarkeit. Darum wird auch die Materie das Bewegliche im Raume genannt.

Attraction oder Anziehungskraft ist die Eigenschaft, durch welche sich die Körper bestreben, sich einander zu nähern und mit einander zu verbinden. Attraction nennt man auch das Bestreben der Theile eines und desselben Körpers, aneinander zu haften und somit ein Ganzes zu bilden, und findet in jeder möglichen Entfernung statt. Cohäsion bezeichnet die Stärke des Zusammenhanges aller Theile eines, ein ungetrenntes Ganze bildenden Körpers, und auf ihrer Wirkung beruhen also die Festigkeit, Tropfbarkeit und Ausdehnbarkeit der Körper. Adhäsion ist nur eine wechselseitige Anziehung getrennter, gleichartiger und ungleichartiger Körper von den nämlichen oder von verschiedenen Aggregatsformen. Mithin ist die Adhäsion eine Flächenanziehung; folglich müssen zwei Körper desto stärker adhäriren, in je mehr Punkten sie sich berühren.

Die bisher betrachteten Kräfte benennt man überhaupt mit dem gemeinschaftlichen Namen Molecular-Anziehung. Ihr Dasein ist ganz gewiß, weil man sonst Alles außer sich nicht so sehen könnte, wie es in der That erscheint. Ohne die Existenz jener Kräfte würde es offenbar keine festen, flüssigen und luftförmigen Körper geben, die Wirkungen des Lichtes und der Wärme, selbst alle organischen Wesen würden verschwinden. Nur kennt man die Art nicht, nach welcher diese Kräfte wirken. Blos bei der allgemeinen Schwere ist man dies im Stande, und die Existenz der letztern ist, so zu sagen, durch jeden Punkt des Himmels oder der Erde hinreichend bewiesen. Die allgemeine Attraction oder Gravitation wirkt in großen Entfernungen, und erzeugt die Bewegungen der Erde und der Himmelskörper.

Die allgemeine Attraction unterscheidet sich dadurch von der Molecularkraft, daß sie die der Erdoberfläche nahe liegenden Körper, wenn diese ihrer Unterlage beraubt werden, fallen läßt, und daß sie auch den Mond, seiner großen Entfernung ungeachtet, zwingt, sich um die Erde zu bewegen, während die Molecularkraft nur in unbemerkbarer Distanz wirksam ist.

Da die Materie gegen Ruhe und Bewegung völlig gleichgiltig ist, so ist zum Uebergange aus der Ruhe zu der Bewegung eines Körpers Kraft und Zeit erforderlich; und diese Eigenschaft sämmtlicher Körper als Hauptgesetz aller Bewegung heißt Trägheit (Beharrungsvermögen). Bei jeder Bewegung nun ist zu berücksichtigen 1) die Ursache der Bewegung, 2) die Richtung dieser Bewegung, 3) der zurückgelegte Weg, 4) die verflossene Zeit, 5) die Geschwindigkeit und 6) die Größe oder Stärke der Bewegung. Die Ursache ist stets eine Kraft. Die Richtung und Größe der Bewegung wird immer durch eine gerade Linie von bestimmter Länge angegeben, die Bewegung selbst mag gerad- oder krummlinig sein. Der zu-

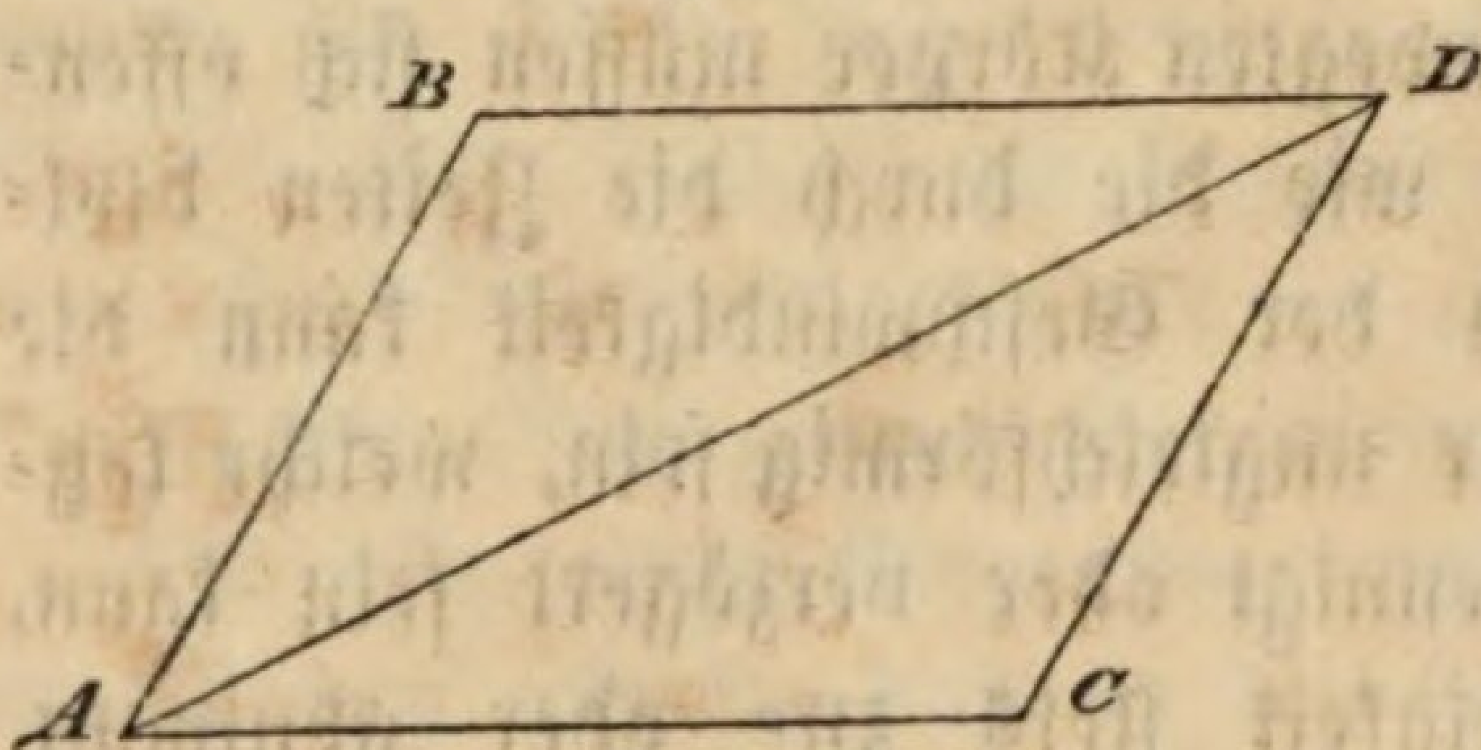
rückgelegte Weg, d. i. der durchlaufene Raum des bewegten Körpers ist die Entfernung eines später von ihm angenommenen Ortes von seinem anfänglichen Orte. Zeit muß verfließen, da ein Körper von einem Orte nicht augenblicklich, sondern erst durch die Bewegung in einen andern Ort versetzt werden kann. Endlich ist die Geschwindigkeit in der Bewegung offenbar das Verhältniß des durchlaufenen Raumes zu der darauf verwendeten Zeit. Gewöhnlich verstehet man unter der Geschwindigkeit oder eigentlich unter ihrem Maaße den in einer Secunde durchlaufenen Raum. Die Geschwindigkeiten zweier bewegten Körper müssen sich offenbar zu einander verhalten, wie die durch die Zeiten dividirten Räume. Hinsichtlich der Geschwindigkeit kann die Bewegung gleichförmig oder ungleichförmig sein, welche letztere wieder entweder beschleunigt oder verzögert sein kann, je nachdem die Geschwindigkeit stets zu- oder abnimmt. Diese Beschleunigung und Verzögerung geschieht entweder gleichmäßig oder ungleichmäßig.

Die Größe (Quantität) der Bewegung drückt die Kraft aus, mit welcher ein bewegter Körper auf einen andern, den er trifft, wirket. Natürlich muß die Größe der Bewegung im geraden Verhältnisse der Masse und Geschwindigkeit stehen; auch müssen die Größen der Bewegungen zweier Körper sich zu einander verhalten, wie ihre mit den respectiven Geschwindigkeiten multiplicirten Massen. Wird ferner ein Körper blos durch eine Kraft in Bewegung gesetzt, so entstehet eine einfache Bewegung; wird er aber durch mehrere Kräfte in Bewegung gebracht, so entstehet eine zusammengesetzte Bewegung. Wenn mehrere Kräfte so auf einander einwirken, daß keine Bewegung entstehen kann, so halten sich diese Kräfte im Gleichgewicht.

Wollen wir nun annehmen, irgend zwei Kräfte wirken in genannten Richtungen (die also einen bestimmten Winkel

unter sich bilden) mit bekannter Stärke auf einen Körper ein. Dann sehen wir ein, daß dieser Körper hinsichtlich seines Laufes weder der einen, noch der andern Kraft allein gehorchen werde. Wir müssen daher untersuchen, in welcher Richtung und mit welcher Stärke ein solcher Körper alsdann sich fortbewegt. Diese Untersuchung ist aber leicht auszuführen, wenn wir die gegebenen Richtungen und die bekannte Stärke der beiden Kräfte durch zwei gerade Linien AB und AC darstellen, aus ihnen ein Parallelogramm ABCD verzeichnen und dessen Diagonale AD ziehen. Diese Diagonale AD nun wird durch ihre Lage gegen AB und AC die gesuchte Richtung, in welcher, und durch ihre Länge AD die gesuchte Stärke angeben, mit welcher der Körper sich fortbewegen muß. Diese zwar einfache, aber für die Mechanik höchst wichtige Construction heißt das Parallelogramm der Kräfte. Die ursprünglichen beiden Kräfte, deren Richtungen die Seiten AB und AC des Parallelogramms ABCD bilden, heißen die Seitenkräfte (zusammenwirkende Kräfte), und die aus ihnen entstandene Mittelkraft, deren Richtung und Stärke die Diagonale AD bezeichnet, heißt die resultirende Kraft (zusammengesetzte Kraft).

Fig. 29.



Da Luft, Wasser und andere Stoffe von einem in ihnen sich bewegenden Körper jeden Augenblick erst mehr oder minder auf die Seite geschoben werden müssen, um vorwärts kommen zu können: so nennt man dieses stärkere und schwächere Hinderniß der Bewegung den Widerstand des Mittels, und dieser Widerstand wird desto größer sein, je dichter das Mittel ist, je schneller die Bewegung des Körpers erfolgt, und je größer seine das Mittel zertheilende Fläche ist. Als

die einfachste Ursache, die eine Bewegung als Wirkung hervorbringen kann, ist die Beraubung der Unterlage oder Unterstützung irgend eines Körpers, z. B. eines Steins, anzunehmen. Bekanntlich geschieht dann ein Fallen des Steins zur Erde in senkrechter Richtung, und es ist nur noch zu entscheiden, ob das Fallen selbst eine gleichförmige oder ungleichförmige Bewegung ist. Diese Entscheidung läßt sich schon mittels bloßen Anschauens des fallenden Steins bewerkstelligen, und man wird finden, daß diese Bewegung mit der Zeit wächst. Aber um zu erfahren, in welchem Verhältnisse diese Zunahme der Geschwindigkeit erfolgt, muß man Resultate genau angestellter Versuche zu erlangen suchen.

Wirkt eine an Stärke sich gleichbleibende Kraft ohne Aufhören auf einen Körper, so lange er sich bewegt, so muß die Bewegung des Körpers eine gleichmäßig beschleunigte werden. Dies findet nun bei der Schwere oder Anziehungskraft der Erde statt, die für die im Ganzen geringen Fallhöhen der Körper gewiß sich an Stärke gleichbleibt; also muß die Bewegung freifallender Körper wohl eine gleichmäßige beschleunigte sein. Dies lehrte schon Galilei, bewies es durch Versuche und fand folgende vier Hauptgesetze.

1) Die Räume vom Anfange des Falles an gerechnet, nehmen zu, wie die Quadrate der Zeiten. Es fällt also ein Körper in 2, 3, 4 u. s. w. Secunden resp. durch einen 4, 9, 16 u. s. w. Mal so großen Raum, als in der ersten Secunde, wo er 15 Fuß fällt. Mithin fallen die Körper in 1, 2, 3, 4 u. s. w., Secunden resp. 15, 60, 135, 240 u. s. w. Fuß.

2) Die Räume der einzelnen Zeiten verhalten sich zu einander, wie die ungeraden Zahlen 1, 3, 5, 7 u. s. w.

3) Die Endgeschwindigkeiten nehmen zu, wie die Zeiten. Es ist mithin die Geschwindigkeit eines freifallenden Kör-

pers am Ende der 2, 3, 4 u. s. w. Secunde resp. 2, 3, 4 u. s. w. Mal so groß, als zu Ende der ersten Secunde.

4) Könnte ein freifallender Körper mit der, nach einer bestimmten Zeit erlangten Geschwindigkeit gleichförmig sich fortbewegen, so würde dieser Körper binnen einer der Fallzeit gleichen Zeit einen, den ganzen Fallraum doppelt betragenden Raum zurücklegen.

Wenn Sie diese vier Gesetze wirklich anwenden wollen, so dürfen Sie nicht vergessen, daß bei ihnen, die blos für den luftleeren Raum gelten, der Widerstand der Luft gar nicht berücksichtigt ist. Es hält aber der Letztere den fallenden Körper auf und bewirkt, daß dieser später zur Erde fällt, als er im luftleeren Raume fallen würde. Sie werden folglich nach dem ersten Hauptgesetze die Fallhöhe stets etwas größer finden, als sie wirklich ist. — Um nun aber die Fallhöhe der Wahrheit genäherter zu finden, können Sie sich bei Bestimmung der Fallhöhe der Regel bedienen, daß der Widerstand der Luft in geradem Verhältnisse des Volumens und in umgekehrtem Verhältnisse der Masse des fallenden Körpers stehe. Daher kommt es denn auch, daß, wenn die anzustellenden Fallversuche möglichst genaue Resultate gewähren sollen, kleine und möglichst dichte Körper zum Fallenlassen genommen werden müssen. Indessen genügt es nicht, in allen Fällen den Widerstand der Luft zu berücksichtigen. Wollte man, der oben vorausgesetzten Annahme blos geringer Fallhöhen entgegen, für bedeutend große Entfernungen von der Erdoberfläche, sei es nun der Höhe oder Tiefe nach, jene Galilei'schen Gesetze benutzen, so würde man Resultate erhalten, die von der Wirklichkeit bedeutend abwichen. Wollte man z. B. die Geschwindigkeit bestimmen, mit welcher ein vom Monde herabfallender Körper auf die Erde auftrifft, so würde man ein sehr fehlerhaftes Resultat finden. Aber gesetzt auch, die oben aufgestell-

ten vier Hauptgesetze behielten selbst für bedeutende Höhen und Tiefen ihre völlige Richtigkeit, so hat dennoch eine andere Erfahrung gezeigt, daß es nicht gleichgiltig sei, auf welchem Punkte der Erdoberfläche Fallversuche angestellt werden. Denn die Fallräume und Endgeschwindigkeiten sind nämlich für gleiche Zeiten unter verschiedenen geographischen Breiten mehr oder weniger von einander verschieden, und diese Verschiedenheit ist für die Aequatorial- und Polargegenden stets am größten. Es würde mich jedoch zu weit führen und Sie zu sehr ermüden, wollte ich hierüber noch ausführlicher sprechen. — Ich gehe daher jetzt zur Betrachtung der Störungen über. Störungen werden von den Astronomen die Abweichungen der Planeten und Kometen von ihrem elliptischen Laufe genannt, welche durch die wechselseitige Anziehung der Himmelskörper gegen einander erzeugt werden. Gemäß dem von Newton entdeckten Gesetze der allgemeinen Schwere (Gravitation) sind nämlich nicht nur die Planeten gegen die Sonne und gegen sich, so wie der Mond gegen die Erde, sondern auch diese wieder gegen jene schwer. Man unterscheidet im Allgemeinen periodische Störungen, welche stets wiederkehren, so oft zwei Planeten in ihrem periodischen Laufe sich so nahe kommen, daß sie auf einander einwirken können; daher finden die beträchtlichsten Störungen dieser Art im Laufe unsers Mondes und der 15 kleinen Planeten zwischen Mars und Jupiter statt; so wie säculare Störungen, welche die Planeten durch die Gesetze des Weltgebäudes überhaupt erleiden und die durch eine lange Zeitdauer währen, wie z. B. die Abnahme der Schiefe der Ekliptik, welche bis zum Jahre 6600 fortdauern und dann erst wieder zunehmen wird. Unser Mond nun erfährt hauptsächlich drei große Ungleichheiten in seinem Laufe, außerdem auch noch sehr viele kleinere und fast unmerkliche Störungen, von welchen manche

eine im Verhältniß ihrer Unbedeutenheit außerordentlich lange Periode haben. Von der vollständigen Bekanntschaft und Bestimmung dieser Störungen hängt die Genauigkeit der Mondtafeln ab. Von den säcularen Störungen des Mondes sind ganz besonders die rückwärts erfolgende Bewegung der Mondknoten und die Bewegung der großen Axe der Mondbahn von Abend nach Morgen, so wie die Beschleunigung der mittlern Bewegung des Mondes selbst, als höchst merkwürdig zu bezeichnen. Ferner erfahren die Knoten, Neigungen und Excentricitäten der Planeten- und Kometenbahnen ebenfalls säculare Störungen. — Bei allen Störungen nun muß das Problem der drei Körper gelöst werden, die wichtige Aufgabe nämlich, die Bewegung eines Planeten um die Sonne, sobald ein zweiter Planet auf jene störend einwirkt, zu bestimmen. Allein die Wissenschaft kann dies noch nicht vollkommen und allgemein, wenigstens nicht ohne irgend eine die Rechnung erleichternde Beschränkung bewirken. Denn sobald auch blos drei Körper auf einander wirken, so ist die Bahn eines jeden derselben nicht mehr eine reine Ellipse, sondern schon eine verwickelte krumme Linie, und alle drei bilden um einander eine so künstlich verschlungene Bewegung, daß sie der Astronom nicht vollkommen entwickeln kann. Jene beiden von mir erwähnten vortheilhaften Umstände, die größere Masse der Sonne und die großen Entfernungen der Planeten von einander, würden wenig nützen, wenn nicht noch andere eigene Einrichtungen des Planetensystems zu Hilfe kämen, die Auflösung der Aufgabe für die Kräfte der Wissenschaft erreichbar zu machen. Dieses Problem der drei Körper ist in unserem Sonnensysteme immer der Art, daß von je drei Körpern, deren Störungen man untersuchen will, stets einer, nämlich die Sonne, die beiden andern weit überwiegt, und daß daher die Sonne als der Centralkörper angesehen wer-

den kann, um welchen die beiden andern Körper zwar nicht mehr reine, aber doch auch blos sehr wenig gestörte Ellipsen beschreiben. Hierdurch wird die Lösung des Problems sehr vereinfacht und erleichtert. Man denkt sich nämlich zuerst die Bahn des gestörten Haupt- oder Nebenplaneten (oder Kometen) rein elliptisch, und bestimmt dann die Säculargleichungen, durch welche die Gestalt und Lage der rein elliptischen Bahn allmälig, doch nur in geringem Grade, verändert werden. Man nimmt nun nicht blos einen sogenannten imaginären, d. h. erdachten Planeten in dieser allmälig sich ändernden Bahn den Kepler'schen Gesetzen gemäß laufend, sondern auch den Lauf des wirklichen Planeten so an, daß dieser, jenen imaginären stets begleitend, immer ihm nahe bleibt, und zwar dergestalt, daß hierdurch der wahre Planet eine sehr kleine Bahn auf der erstern vielmals beschreibt. Denn auf diese Weise werden die säcularen und periodischen Störungen anschaulich dargestellt, jene durch den imaginären und diese durch den wirklichen Planeten. Zudem wird diese Darstellung glücklicher Weise noch durch den Umstand sehr erleichtert, daß die Sonne eine bedeutend vorherrschende Masse besitzt, die Planeten dagegen kleine Massen, große Entfernungen, gering excentrische Bahnen und nur unbedeutende Neigungen haben.

Wenn Sie, geehrte Zuhörer, sich näher mit diesem wichtigen Gegenstande der Astronomie vertraut zu machen wünschen, müssen Sie freilich gute und nicht wenige mathematische Vorkenntnisse besitzen, um Alles gehörig zu verstehen. Indessen haben Airy und Möbius gezeigt, wie man nur mittels elementarer Kenntnisse der Arithmetik und Geometrie in die Geheimnisse des wunderbaren Räderwerkes der großen Weltenmaschine auf eine sichere, höchst belehrende und verständliche Weise leicht eindringen könne.

Ich habe in meinem sechsten Vortrage unter Anderem

auch die Präcession oder das Vorrücken der Nachtgleichen beiläufig insofern erwähnt, als ich Sie aufmerksam machte, daß durch die Präcession die Längen, geraden Aufsteigungen und Abweichungen der Fixsterne sich im Laufe von Jahrhunderten verändern. Ich werde nun versuchen, Ihnen über diese merkwürdige, den Alten bereits bekannte Erscheinung einen verständlichen Aufschluß zu geben.

Das Vorrücken der Nachtgleichen ist die jährliche Zunahme der Länge aller Fixsterne um 50,2 Secunden, bei im Allgemeinen unverändert bleibender Breite. Dies kann blos durch ein Rückwärtsgehen der Aequinoctialpunkte entstehen. Wenn nun, die Ekliptik als ruhend angenommen, der Aequator sich, mit sich selbst parallel, von Osten gegen Westen bewegt, so werden dadurch auch die Aequinoctialpunkte von Osten gegen Westen zurückgehen und die Längen aller Sterne wieder mit der Zeit immer größer werden, während ihre Breiten dieselben bleiben. Dadurch ändern auch die Sternbilder ihren Ort am Himmel; das Sternbild des Widders steht jetzt nicht mehr am Frühlings-Nachtgleichenpunkte, wie ehemals, sondern nahe 30 Grade weiter gegen Osten. Das Frühlingsäquinoctium wird sich um das Jahr 4000 nach Christo in der Mitte des Wassermanns, 6150 im Kopfe des Steinbocks und 8300 im Pfeile des Schützen befinden. Eine unmittelbare und schon ohne Rechnung sichtbare Folge des Vorrückens der Nachtgleichen ist nun offenbar die Aenderung des Pols des Aequators unter den festen Gestirnen des Himmels. Wenn nämlich der Aequator mit sich selbst parallel auf der festen Ekliptik von Osten gegen Westen geht, so muß auch der Pol des Aequators um den festen Pol der Ekliptik von Osten gegen Westen gehen. Es geht nämlich der Frühlings-Nachtgleichenpunkt auf der ruhenden Ekliptik in jedem Jahrhunderte um etwa $1^2/_5$ Grade westlich (rückwärts), also auch der

Pol des Aequators in dem Umfange des erwähnten Kreises in hundert Jahren um $1^2/_5$ Grade gegen die Folge der zwölf Zeichen. In unsern Tagen ist der Nordpol des Aequators bekanntlich nahe bei dem kleinen Bären, daher dieser Stern, wie sie schon wissen, der Polarstern genannt wird. Allein in der Folgezeit wird er, wie der bloße Anblick eines jeden Himmelsglobus zeigt, allmälig durch den Cepheus, den nördlichen Flügel des Schwans, die Leier und den östlichen Fuß des Herkules gehen. Da nun die Polhöhe der einzelnen Orte sich nicht ändert, während doch die Polabstände aller Sterne wachsen, sobald der Pol von ihnen weggeht, so müssen natürlich mehrere Sterne am nördlichen Himmel jetzt für uns auf- und untergehen, während sie unsern Vorfahren an demselben Orte der Erde immer über dem Horizonte verweilten. — Eine weitere unmittelbare Folge der Präcession ist, daß unsere Sternkataloge, Sterncharten und Himmelsgloben nur für eine gewisse Zeit gelten können, da der Frühlingspunkt, der Pol des Aequators, also auch der Aequator selbst mit allen seinen Parallelkreisen mit der Zeit durch ganz andere Sterne geht. Seit Homer bis auf unsere Zeiten beträgt nun aber diese Vorrückung schon nahe 39 Grade. Die Präcession kann daher, wie sie leicht erachten werden, als ein sicheres Hilfsmittel zu historischen Untersuchungen dienen. — Da unsere Erde, wie sie schon im zweiten Vortrage von mir hörten, eine an ihren beiden Polen abgeplattete Kugel ist und folglich um ihren Aequator mehr Masse hat, als bei ihren Polen, so kann man sich diese um den Aequator angehäufte Masse als einen Ring vorstellen. Dann begreifen Sie leicht, daß die Sonne gegen diesen Ring eine etwas stärkere Anziehung äußern wird, als gegen die übrigen, näher bei den Polen liegenden Theile der Erde. Weil nun dieser Ring in der Ebene des Aequators liegt, die Sonne jedoch

aus der Ebene der Ekliptik darauf wirkt, so wird hierdurch dieselbe Wirkung wie bei den Planeten entstehen, deren Bahnen nämlich gegen einander immer rückwärts gehen, während die Neigungen dieser Bahnen im Allgemeinen stets dieselben bleiben. Auf eine ähnliche Weise verhält es sich auch mit der Ebene des Aequators bei der abgeplatteten Erde. Also auch hier, wie bei den Planetenbahnen, gehen durch die Wirkung der Sonne auf die abgeplattete Erde die Nachtgleichenpunkte immer mehr zurück, während die Neigung, so lange man ihre äußerst geringen periodischen Aenderungen unberücksichtigt läßt, die nämliche bleibt; übrigens würde die Anziehung der Sonne auf die abgeplattete Erde, wenn diese keine Rotation hätte, blos die Schiefe der Ekliptik immerfort vermindern, ohne die Aequinoctien in ihrer Lage zu stören. Weil aber die Erde sich um ihre Axe dreht, so wird durch dieselbe Anziehung der Sonne die Aequinoctiallinie gegen die Ordnung der Zeichen bewegt, ohne daß dabei die Schiefe eine Aenderung erleidet. Auch alle andern Himmelskörper wirken ein; von ihnen jedoch hat nur der Mond wegen seiner Nähe einen für die Beobachtungen noch merklichen Einfluß. Der Mond bewirkt also ebenfalls, daß die Aequinoctien des Erdäquators rückwärts gehen, und beide Wirkungen zusammengenommen nennt man die Lunisolar-Präcession. Die Planeten nämlich bewirken in ihrem Gesammteinfluß auf die Erdbahn eine Aenderung der Ekliptik, indem sie dieselbe allmälig dem Aequator nähern, und auch zugleich die Aequinoctialpunkte etwas weniger vorwärts oder gegen Osten bewegen. Dieses Vorwärtsgehen beträgt nahe 16 Secunden in einem Jahrhundert. Allein mit der Folge der Jahrhunderte, wenn nämlich die ebenfalls beweglichen Planetenbahnen eine ganz andere Lage am Himmel werden eingenommen haben, wird, durch die Einwirkung der Planeten,

die Schiefe der Ekliptik offenbar wieder zunehmen und diese jetzt vorwärtsgehende, von den Planeten herrührende Bewegung der Aequinoctien alsdann wieder gegen Westen gerichtet sein. Dieses ist die sogenannte säculäre Aenderung der Ekliptik, die mit der Präcession der Aequinoctien nichts gemein hat. Da aber, wenn einmal die Lage der Ekliptik eine ganz andere als die jetzige sein wird, die Wirkung der Sonne und des Mondes selbst auch geändert werden muß, so wird dadurch auch eine eigene sehr geringe Bewegung des Aequators entstehen, wodurch ebenfalls eine, obschon nur sehr kleine Veränderung der Schiefe der Ekliptik erzeugt wird. Aber Sie werden leicht begreifen, daß der wegen der Präcession auf der ruhenden Ekliptik rückwärtsgehende Aequator auch noch auf der durch die Planeten bewegten Ekliptik rückwärts gehen werde, welches letztere Rückwärtsgehen die allgemeine Präcession heißt. Die Theorie aller dieser Bewegungen haben uns mit großer Genauigkeit Laplace und Bessel kennen gelernt. Ich komme nunmehr auf einen hiervon abhängigen Gegenstand bei den Beobachtungen. Alle Fixsterne werden nämlich jetzt in Beziehung auf den Aequator beobachtet. Wenn also ein Astronom die Rectascension und Declination dieser Gestirne für irgend eine Zeit mit der größten Schärfe beobachtet und bestimmt hat, so kennt er doch noch nicht die Lage derselben Gestirne für irgend eine andere Zeit, da sich während der Zwischenzeit die Lage des Aequators vermöge der Präcession geändert hat. Da man jedoch die Orte der Fixsterne als feste und ihrer Lage nach für jede Zeit genau bekannte Punkte gebraucht, um an sie Beobachtungen der veränderlichen Gestirne, der Planeten und Kometen, anzureihen, so muß man aus der gegebenen Lage eines Fixsterns in Beziehung auf den Aequator für eine gegebene Zeit die Lage desselben für jede andere Zeit mit Sicherheit ableiten kön-

nen. Wie dies geschieht, so wie die Mittheilung allgemeiner Betrachtungen über den Gang der Nachtgleichen und die Schiefe der Ekliptik, ist Gegenstand der Mechanik des Himmels, auf deren Studium, besonders nach Laplace, ich hier aus zwei Gründen verweisen muß, einmal wegen Mangels an Zeit und dann, weil dieser höchst wichtige Gegenstand der physischen Astronomie die feinsten und umfassendsten Hilfsmittel der höhern theoretischen Mathematik erfordert. Ich beschränke mich also darauf, nur Folgendes noch anzuführen. Das tropische Jahr der Erde, d. h. wie Sie bereits wissen, die Zeit zwischen zwei nächsten Durchgängen der Erde durch die Aequinoctialpunkte, muß offenbar veränderlich sein, da ja die letztern Punkte selbst veränderlich sind. Man hat daher ein sogenanntes **mittleres tropisches Jahr** zu bestimmen gesucht, das nach den neuesten Untersuchungen 365 Tage, 5 Stunden, 48 Minuten und $50^{832}/_{1000}$ Secunden in mittlerer Sonnenzeit beträgt. Von diesem mittlern Werthe weichen die wirklichen Längen des tropischen Jahres für die verschiedenen Jahrtausende aber ab, nämlich im

Jahre 3040 v. Chr. Geb. 365 Tage 5 St. 49 M. $24^{83}/_{100}$ Sec. am größten.
im J. 1800 n. Chr. Geb. 365 Tage 5 St. 48 Min. $50^{85}/_{100}$ Sec.
„ 2360 „ „ 365 „ 5 „ 48 „ $46^{83}/_{100}$ „
„ 7600 „ „ 365 „ 5 „ 48 „ $8^{83}/_{100}$ „ am kleinsten.

Vom Jahre 7600 an wird die Länge des tropischen Jahres nach und nach wieder zunehmen. Ich habe Ihnen bereits gesagt, warum die Axe der abgeplatteten Erde bei dem Umlaufe um die Sonne ihre Lage nicht ganz unverändert so behält, daß sie immer gegen denselben Punkt des Himmels gerichtet bleibt. Die Anziehung der Sonne und des Mondes nämlich gegen die Erde bringt, weil letztere

von der Kugelform abweicht, eine Aenderung jener Richtung hervor, vermöge welcher der Pol des Himmels in einem sehr langen Zeitraume einen Kreis um den Pol der Ekliptik durchläuft. Bliebe nun der Pol des Himmels allezeit genau auf diesem Kreise und ginge er gleichmäßig in diesem fort, d. h. also, wäre die Aenderung der Lage der Erdaxe gleichförmig, so würden wir dann dieser letztern keine Schwankung beilegen. Aber die Beobachtungen zeigen, daß der Pol des Himmels sich bald auf dieser, bald auf jener Seite von dem Kreise, jedoch nach bestimmten Gesetzen entfernt, und daß damit auch eine Aenderung zu dem Fortrücken auf dem Kreise verbunden ist, und diese Aenderung heißt die Nutation oder das Wanken der Erde. Den größten Theil der Nutation bringt der Mond hervor, weil seine Bahn gegen die Ekliptik geneigt ist und die Knoten der Mondbahn von Osten nach Westen auf der Ekliptik fortrücken. Sie vollenden, wie Sie schon im achten Vortrage gehört, einen Umlauf in 18½ Jahren, und so groß ist nun auch die Periode der Nutation. Was zuerst die Einwirkung der Sonne betrifft, so ändert diese die Lage der Erdaxe so, daß sie fast genau immer gleich geneigt gegen die Ekliptik bleibt. Da die Ebene der Mondbahn bei allen ihren Aenderungen in jedem Punkte der Ekliptik sich eben so oft nördlich als südlich von ihr befindet, da ferner die Ekliptik in der Mitte zwischen allen Lagen der Mondbahn liegt, so kommt in Bezug auf lange Zeiten auch die Wirkung des Mondes darauf zurück, den Pol des Himmels auf demselben Kreise fortzuführen. Aber die jedesmalige Lage der Mondbahn bringt periodische Aenderungen hierin hervor. Wenn nämlich der aufsteigende Knoten der Mondbahn sich im Frühlings-Nachtgleichenpunkte befindet, so hat der Aequator der Erde eine Neigung von $23\frac{1}{2} + 5 = 28\frac{1}{2}$ Graden gegen die Mondbahn, und wenn diese

Lage dauernd wäre, zugleich aber die Wirkung der Sonne ganz fehlte, so würde der Himmelspol sich in einem Kreise von diesem Halbmesser um den Pol der Mondbahn bewegen, und eben so würde dieser Kreis nur den Halbmesser von $23\frac{1}{2} - 5 = 18\frac{1}{2}$ Graden haben, wenn die Neigung des Aequators gegen die Mondbahn zu der Zeit, da der aufsteigende Knoten in der Waage liegt, bis auf $18\frac{1}{2}^0$ vermindert ist. Statt dieser großen Verschiedenheiten bringt die Anziehung des Mondes, weil die Lage seiner Bahn sich unaufhörlich ändert, nur eine sehr geringe Abweichung von dem hervor, was stattfinden würde, sobald der Mond sich in der Ekliptik selbst bewegte. Zur Zeit der größten Neigung des Aequators gegen die Mondbahn ist nämlich die Axe der Erde um 9 Secunden weiter vom Pole der Ekliptik entfernt, d. h. die Schiefe der Ekliptik um so viel vergrößert; wenn aber der aufsteigende Knoten der Mondbahn in der Waage liegt, so ist die Schiefe der Ekliptik um eben so viel vermindert. Die ganze Nutation nämlich, sofern sie von diesem Umstande abhängt, läßt sich so ansehen, als ob der Himmelspol nicht in einem Kreise um den Pol der Ekliptik fortginge, sondern als ob jener in $18\frac{1}{2}$ Jahren einen kleinen Kreis von 18 Secunden Durchmesser beschriebe, dessen Mittelpunkt indessen, dem Vorrücken der Nachtgleichen gemäß, auf dem von dem Pole der Ekliptik beschriebenen Kreise von $23\frac{1}{2}$ Grad Halbmesser fortrückte. Diese Nutation bewirkt nun, daß der Frühlingspunkt um eine gewisse Größe vorrückt, und daß also die Länge der Sterne bald etwas zunimmt, bald abnimmt, die Schiefe der Ekliptik dagegen zunimmt. — Obgleich Bradley der eigentliche Entdecker der Nutation ist, so vermuthete schon Flamsteed nach den Grundsätzen der Newton'schen Attractionstheorie eine solche Aenderung in der Lage der Erdaxe; sogar Olaus Römer be-

merkte eine solche Veränderung in den Declinationen der Sterne. Die ersten vollständigen Beobachtungen, welche die Nutation bewiesen, stellte aber Bradley an. Bei seinen Beobachtungen über die Aberration des Lichtes, von der ich bald sprechen werde, fand er, daß die Declinationen der Sterne, in der Nähe des Nachtgleichen-Kreises sich stärker änderten, als der Präcession angemessen war, wogegen die bei dem Sonnenwenden-Kreise stehenden Sterne ihre Declinationen zu wenig änderten. Bei den von 1727 bis 1732 fortgesetzten Beobachtungen fand Bradley, daß Sterne bei dem Sonnenwenden-Kreise ihre Declinationen um 9 bis 10 Secunden weniger geändert hatten, als die Präcession forderte, die zu große Aenderung bei den Sternen an dem Nachtgleichen-Kreise ziemlich eben so viel betrug. Der Nordpol des Aequators schien sich also den Sternen genähert zu haben, die um die Frühlingsgleiche und die Winter-Sonnenwende mit der Sonne zum Meridiane kommen, dagegen von den Sternen zurückgewichen zu sein, die um das Herbst-Aequinoctium und Sommer-Solstitium mit der Sonne zugleich culminiren. Bradley ward schon damals durch die Lage des aufsteigenden Mondknotens auf den Gedanken gebracht, daß die Wirkung des Mondes auf die von der Kugelgestalt abweichende Gestalt der Erde diese Erscheinungen bewirken könne. Im Jahre 1727 lag der aufsteigende Mondknoten im Widder, die Neigung der Mondbahn gegen den Aequator war also am größten. Ein vergrößertes, das mittlere übertreffendes Vorrücken der Nachtgleichen erklärte zwar einige der Erscheinungen, aber um auch die übrigen zu erklären, war es nöthig, eine kleine Aenderung in der Lage der Erdaxe d. h. eine Nutation anzunehmen. Im Jahre 1732, wo der Mondknoten bis zum Steinbock zurückgegangen war, änderten die Sterne um den Kolur der Nachtgleichen ihre Abweichung nicht mehr stärker, als es dem mittlern Vorrücken

der Nachtgleichen angemessen war; in den folgenden Jahren bis 1736 wurde diese Aenderung kleiner, als dem mittlern Vorrücken der Nachtgleichen entsprach, und um das Jahr 1736 hatten Sterne um den Kolur der Sonnenwenden ihre Declination in 9 Jahren um 18 Secunden weniger geändert, als die mittlere Vorrückung der Nachtgleichen forderte. Bradley entschloß sich nun, die Beobachtungen durch die ganze Periode eines Umlaufs der Mondknoten bis 1747 fortzusetzen, und hatte am Schlusse dieser Zeit das große Vergnügen, die Wahrnehmung zu machen, daß die Sterne ihre Position wieder erlangt hatten, so, als ob gar keine Aenderung in der Lage der Erdaxe stattgefunden hätte, wodurch also seine Meinung über die Ursache der Erscheinungen bestätigt ward. So war denn eine der schönsten astronomischen Entdeckungen gelungen.

Obschon mein heutiger Vortrag bereits lange gedauert, so muß ich dennoch Ihre Geduld auf etliche Minuten noch in Anspruch nehmen, da ich Ihnen, nachdem ich erklärt, was man unter dem Vorrücken der Nachtgleichen, und unter der Nutation zu verstehen habe, einen Gegenstand vorführen muß, der in der Astronomie, gleich der Präcession und Nutation, eine sehr wichtige Rolle spielt. Ich will mit einer kurzen Geschichte seiner Entdeckung anfangen. Bradley und Molineux unternahmen, um etwas Sicheres über die jährliche Parallaxe der Fixsterne zu erfahren, am 3. December 1725 eine Reihe von Beobachtungen des Sterns γ im Drachen, und zwar mit einem sehr guten Graham'schen Winkelinstrumente. Schon 14 Tage später bemerkte Bradley, daß der genannte Stern etwas südlicher vom Zenith als früher erschien, und glaubte also, seine Beobachtung wäre ungenau. Allein weil die Aenderung am 20. December zugenommen hatte, und weil beide Beobachter keine Aenderung in der Aufstellung des Instruments gefunden, so

setzten Bradley und Molineux ruhig und äußerst sorgfältig die Beobachtungen fort, obschon sie die Ursache der sonderbaren Erscheinung, da eine Parallaxe die Lage des Sterns in jenem Monate nicht auf solche Weise ändern konnte, nicht zu errathen vermochten. Bis zum März 1726 rückte der Stern immer noch südlicher und war endlich 20 Secunden südlicher, als am 3. December des vorigen Jahres. Hierauf ward der Stern gleichsam stillstehend, bewegte sich jedoch im April wieder nordwärts, stand im Juni so wie im December, ging nachher noch mehr nordwärts, stand im September endlich 39 Secunden nördlicher, als im März und gelangte, nun wieder südwärts rückend, im December abermals zu der Stellung, wo Bradley und Molineux ihn zuerst gesehen hatten. Da dieser sonderbare Lauf des Sterns γ nicht durch eine Parallaxe desselben erklärt werden konnte, so fing, um die wahre Ursache zu entdecken, Bradley den 19. August 1727 eine neue Reihe von Beobachtungen an 12 andern Sternen an. Auch hier bemerkte er, daß sie sämmtlich weiter nach Süden rückten, wenn sie bei Tage, und nach Norden, wenn sie bei Nacht im südlichen Meridiane culminirten, ferner, daß diese Sterne etwa am nördlichsten erschienen, wenn ihre Culmination um 6 Uhr Abends, am südlichsten aber, sobald ihre Culmination um 6 Uhr Morgens eintrat. Als nun ein Jahr vorüber war, verglich Bradley alle Beobachtungen, wobei seine sämmtlichen Vermuthungen von Unrichtigkeiten im Instrumente, im Beobachten, in der Refraction u. s. w. sich durchaus als falsch erwiesen. Endlich kam er auf den glücklichen Gedanken, daß ja auf der bewegten Erde irgend ein Stern uns nicht in der Richtung, wie auf der ruhenden Erde, folglich auch nicht in unveränderter Richtung erscheinen könnte. Bei der weitern Verfolgung dieses Gedankens fand er denn, daß ein jeder Stern eine kleine Ellipse von etwa 40 Secunden Durchmesser zu beschreiben

scheinen müsse und daß sämmtliche von ihm und Molineux beobachtete Erscheinungen durch diese Annahme völlig genügend erklärt werden könnten. Bradley fand somit die wahre Ursache, nämlich daß das Licht eine gewisse Geschwindigkeit habe, also sich nicht augenblicklich fortpflanze, und nannte die ganze Erscheinung die Aberration oder Abirrung des Lichtes.

Sie werden nun aber fragen, wie man sich diese Erscheinung zu erklären habe. Denken Sie sich, daß aus einem Punkte über einer horizontalen Linie ein Regentropfen senkrecht herabfällt, und von der offenen Mündung einer um einen gewissen Winkel geneigten hohlen Röhre aufgefangen werde. Bliebe nun die Röhre unbeweglich, so würde der Regentropfen ihre untere Seite treffen. Wenn jedoch diese Röhre, ihre Neigung beibehaltend, vorwärts und zwar mit derjenigen Geschwindigkeit fortbewegt würde, die sich zu der des fallenden Regentropfens immer so verhielte, daß die Röhre diejenige Lage in demselben Augenblick einnimmt, in welchem der Tropfen nach seinem Falle ankommt, so würde offenbar dieser Regentropfen während seines ganzen Herabfallens in der Axe der Röhre geblieben sein. Mithin wird ein Zuschauer, welcher den Fall des Tropfens auf die Röhre bezöge und mit dieser zugleich fortgeführt würde, ohne aber von dieser Bewegung etwas zu wissen, unfehlbar glauben, daß der Regentropfen nicht senkrecht, sondern in der Richtung der Axe der geneigten Röhre sich bewegt hätte. Nun sind, geehrteste Zuhörer, unsere Augen und Fernröhre gleichsam solche Röhren. Wenn nämlich in dem Augenblicke, wo die Lichtstrahlen durch die Hornhaut des Auges oder durch das Objectivglas des Fernrohrs gehen, die Netzhaut des Auges oder das Fadenkreuz des Fernrohrs auf die Seite geschoben wird, so wird dann offenbar der sich nicht ändernde Zusammenfallungs-Punkt der

Lichtstrahlen nicht mehr der Augenmitte oder dem Durchschnittspunkte des Fadenkreuzes entsprechen. Der Gegenstand wird folglich an einer andern, als an der wahren Stelle erscheinen und der Unterschied zwischen dieser scheinbaren und wahren Stellung ist nun eben das, was man die Aberration nennt. Die Entdeckung der Aberration ist aber deshalb so äußerst wichtig, weil sie einen unwidersprechlichen Beweis von der Bewegung der Erde und zugleich ein Mittel an die Hand gegeben hat, die Geschwindigkeit des Lichtes zu bestimmen. Dieselbe beträgt nach den neuesten Untersuchungen 41365 geographische Meilen in einer Zeitsecunde, und die Aberration selbst 20⁵/₁₀ Secunden. Vermöge derselben beschreibt jeder Fixstern am Himmel anscheinend eine Ellipse, deren große Axe fast 41 Secunden beträgt, und diese Ellipse nähert sich desto mehr dem Kreise, je näher der Stern dem Pole der Ekliptik steht, aber desto mehr der geraden Linie, je näher der Stern der Ekliptik selbst steht, und der Mittelpunkt ist stets derjenige Punkt, in welchem der Stern für immer erscheinen würde, sobald die Erde unbeweglich wäre.

Fünfundzwanzigster Vortrag.

Der Kalender. — Kalender der Griechen, Römer, Juden und Christen. — Die chronologischen Kennzeichen und cyklischen Zahlen.

In meinem elften Vortrage hatte ich Sie, meine geehrten Zuhörer, von den verschiedenen Zeitarten unterhalten, so wie von den Uhren, welche bekanntlich dazu dienen, den Tag und seine einzelnen Stunden, Minuten u. s. w. abzu-

messen und anzugeben. Ich halte es daher nicht für unzweckmäßig, wenn ich in meinem vorletzten Vortrage von einem auf die Zeit gegründeten Buche spreche, das, ungeachtet es ein wahres Volksbuch ist, demungeachtet seinem innern Wesen nach noch wenig gekannt ist und verstanden wird. Sie werden nun schon leicht errathen, daß ich von dem Kalender sprechen will.

Der Kalender ist theils die, bei irgend einem Volke gebräuchliche Zeiteintheilung nach bestimmten Jahren, Monaten u. s. w., theils auch das Register der einzelnen, einem gewissen Jahre einer solchen Eintheilung entsprechenden Tage. Das Wort Kalender kommt von den Calendae der Römer her, dem Namen des ersten Tages eines jeden Monats, und Calendae stammt von dem Ausrufen ab, indem ein Priester zugleich auch den beobachteten Neumond verkündigte. Uebrigens nimmt man in den Kalender für ein bestimmtes Jahr nicht nur die Festtage, sondern auch die wichtigsten Himmelsereignisse, die in diesem Jahre vorfallen, auf. Zu den letztern rechnet man hauptsächlich die Auf- und Untergänge der Sonne und des Mondes, die Tag- und Nachtlängen, die Mondphasen, die Sonnen- und Mondfinsternisse, den Lauf der Planeten, den Anfang einer jeden Jahreszeit u. s. w. Auch unterscheidet man nicht nur die Kalender verschiedener Völker, sondern auch den Kalender überhaupt nach seinem Inhalte oder nach seiner Bestimmung. So hat man z. B. astronomische, bürgerliche, hundertjährige, ökonomische, Volks-, Staats- u. s. w. Kalender. — Ich will Sie nun mit den Kalendern der wichtigsten Völker, nämlich der Griechen, Römer, Juden, Türken und christlichen Europäer, der Reihe nach etwas näher bekannt machen.

Die ältern Griechen und andere Nationen ihrer Zeit nahmen ein Mondenjahr von 12 Monaten oder von 354

Tagen an. Doch scheinen sie bald ihr Mondenjahr um 6 Tage mehr ausgedehnt und jedem Monate 30 gegeben zu haben. Endlich, als die Sternkunde bei den Griechen mehr ausgebildet ward, suchten sie ihr Mondenjahr von 360 Tagen mit dem wahren Sonnenjahre durch Einschaltungen mehr in Uebereinstimmung zu bringen, wozu sie sich gewisser Cyklen bedienten. Man sah dabei in Bezug auf den Anfang des Jahres den Tag des Sommersolstitiums oder den Tag des Herbstäquinoctiums als diesen an. Doch verlegten die Athenienser aus Achtung für die olympischen Spiele sehr bald den Anfang ihres Jahres auf den ersten Neumond nach dem Sommersolstitium. Dennoch fiel dieser nicht immer in unsern Monat Juli, weil die Olympiaden selbst wechselsweise 49 und 50 Monate enthielten. Aus dieser Ursache, und weil nicht alle Griechen den Anfang ihres Jahres nach diesen feierlichen Spielen richteten, ist die richtige Bestimmung der von den griechischen Geschichtschreibern angegebenen chronologischen Daten sehr schwierig. Später führte Philipp von Macedonien den macedonisch-griechischen Kalender ein, der seinen Anfang mit dem Herbstäquinoctium nahm, und welcher nun von den Griechen, Phöniciern, Babyloniern, Mediern u. s. w. in Ansehung der Namen zwar, doch nicht in Hinsicht der Ordnung der Monate gebraucht wurde. Alle diese Ungleichheiten wurden endlich durch die allmälige Einführung des römischen Kalenders nach erfolgter Unterjochung dieser Nationen durch die Römer völlig gehoben. Uebrigens gab fast jeder Staat des ältern Griechenlands den Monaten eigene Benennungen von gewissen großen Festen; die Monate von 30 Tagen hießen volle, die übrigen von 29 Tagen mangelhafte Monate, und jeder derselben zerfiel in 3 Dekaden.

Was nun den Kalender der Römer betrifft, so soll der Sage zufolge Romulus ein Jahr von 10 Monaten (ohne

den Januar und Februar) oder von 304 Tagen angegeben haben, in der Art, daß die Monate März, Mai, Quintilis und October als volle Monate 31 Tage, die übrigen Monate aber als mangelhafte Monate 30 Tage enthielten. Numa Pompilius machte ein Mondenjahr daraus, indem er noch 57 Tage hinzufügte, aus welchen er die zwei neuen Monate, den Januar von 29 und den Februar von 28 Tagen, bildete. Allein weil dieses Mondenjahr von 355 Tagen um 10 Tage und fast 6 Stunden kürzer als das astronomische Sonnenjahr war, so fiel der Anfang des Jahres schon nach je 3 Jahren, in Bezug auf den Stand der Sonne, in ein anderes Zeichen der Ekliptik und mithin nach und nach in andere Jahreszeiten. Deshalb schaltete Numa in jedem zweiten Jahre nach dem 23. Februar einen neuen Monat ein, der im ersten Schaltjahre aus 22, im andern aber aus 23 Tagen bestand und der mercedonische Monat hieß. Da aber Numa das Mondenjahr um fast einen Tag zu groß angenommen hatte, so wurde später den Priestern befohlen, dafür zu sorgen, daß in jedem 24. Jahre dieser mercedonische Schaltmonat ausgelassen würde. Leider waren die römischen Priester theils aus Unwissenheit, theils aus gewissen eigennützigen Absichten mit der Besorgung dieses Geschäfts am Ende so weit gekommen, daß ungefähr 50 Jahre vor Christi Geburt der römische Kalender um 79 Tage von dem wahren Orte der Sonne abwich. Dies bewog Julius Cäsar, mit Beihilfe des alexandrischen Mathematikers Sosigenes das Sonnenjahr zu 365 Tagen 6 Stunden anzunehmen und den Kalender, auf diese Annahme gründend, so einzurichten, daß jedes durch 4 ohne Rest theilbare Jahr ein Schaltjahr von 366 Tagen, die übrigen Jahre aber gemeine von 365 Tagen sein sollten. Was endlich die innere Einrichtung des römischen, nunmehr Julianischer genannten

Kalenders betraf, so setzte Julius Cäsar in jedem Monate drei Tage gleichsam als gewisse Grenzen fest, nach welchen die übrigen Tage des Monats benannt wurden. Diese drei Tage hießen Calendae, Nonae und Idus.

Von allen Kalendern verdient der jüdische wohl als der kunstreichste bezeichnet zu werden. Sie werden dies aus meinen jetzt folgenden Mittheilungen sehr leicht entnehmen können.

Die jüdischen Jahre sind Mondjahre, gezählt vom 7. October des Jahres 3761 vor Christi Geburt. Der jüdische Kalender ist ein Werk des Rabbi Samuel, der 338 nach Christi Geburt in Sora (einer Stadt im wüsten Arabien) lebte; 50 Jahre später machten die Rabbi's Ada und Hillel die letzte Verbesserung. Die jüdische Zeitrechnung besteht in einem Cyklus von 19 Jahren, unter welchen 12 gemeine und 7 Schaltjahre sind; eines der erstern hat 354 Tage, 21 Stunden und 48 Minuten, eines der letztern 383 Tage 21 Stunden und 32 Minuten; die eigentliche Länge des tropischen Jahres aber beträgt $365^{2468}/_{10000}$ Tage. Ihren kirchlichen Anordnungen zu genügen, haben die Juden 6 verschiedene Gattungen von Jahren, nämlich: 1) gemeine Jahre von 12 Monaten; das kurze hat 353, das mittlere 354, das lange 355 Tage; 2) Schaltjahre von 13 Monaten; das kurze hat 383, das mittlere 384, das lange 385 Tage. Die Monate selbst sind nach der Ordnung, wie sie vom Anfange des bürglichen Jahres auf einander folgen: Tischri, Marchesvan, Kislev, Tebeth, Schewat, Adar, W'Adar (der Schaltmonat), Nisan, Ijar, Sivan, Thamuz, Ab, Elul. Das kirchliche Jahr aber fängt mit dem Monate Nisan an, in welchen das Hauptfest das Pascha fällt. Die Bestimmung des jüdischen Osterfestes oder Pascha, das stets auf den 15. Nisan fällt, aber nie auf einen Montag, Mittwoch

oder Freitag fallen darf, ist für die Entwerfung des jüdischen Kalenders von der größten Wichtigkeit. Das Pascha fällt gewöhnlich in unsere Charwoche, und nie vor dem 26. März und nach dem 25. April neuen Styls. Kennt man es für ein gewisses Jahr, so erhält man zugleich den Neujahrstag des darauf folgenden Jahres, wenn man zu dem gefundenen Pascha-Tage noch 163 Tage addirt. Stellt man ferner diese Rechnung für zwei auf einander folgende Jahre an, so giebt die Differenz der beiden Neujahrstage zugleich die Anzahl der Tage, welche in dem ersten dieser Jahre enthalten ist, woraus man sofort erkennt, zu welcher der oben erwähnten Classen dieses Jahr gehört. Was nun die jüdischen Fest- und Fasttage betrifft, so wird jeder Sonnabend (Samstag), wie bei uns der Sonntag, unter dem Namen Sabbath gefeiert, an dem, so wie an allen gewöhnlich mit * bezeichneten Festen, nicht gearbeitet werden darf. Ferner wird jeder auf einen Samstag fallende Festtag auf den nächsten Sonntag verlegt, und am ersten Tage jedes Monats der Neumond gefeiert.

Weit einfacher ist der Kalender der Türken, so wie deren Zeitrechnung überhaupt, eingerichtet. Die Türken richten sich nämlich ganz nach dem Monde allein; sie und fast alle Anhänger des Islam zählen ihre Jahre, nach einer Vorschrift des Kalifen Omar III., nach der Hedschra (Flucht Mahomeds). Die Türken haben einen Cyklus von 30 Jahren, jedes zu 354 Tagen, mit Ausnahme von 11, welche Schaltjahre von 355 Tagen sind. Ihr Jahr, dessen Länge im Mittel 354 Tage, 8 Stunden und 48 Minuten beträgt, wird in 12 Monate eingetheilt. In Schaltjahren aber hat der letzte Monat Sulhadsche 30 Tage, und der letzte Tag desselben ist der Schalttag. Endlich sind die Feste des türkischen Kalenders alle unveränderlich an dieselben Monatstage gebunden.

Ich komme endlich zu dem Kalender der Christenheit, der erst mannigfache Veränderungen und Verbesserungen erfahren hat, bevor er die Grundlage und Einrichtung erhielt, die er jetzt besitzt. Es war die bekanntlich bei den Hebräern seit den ältesten Zeiten eingeführt gewesene Eintheilung in Wochen von 7 Tagen nun auch bei den Römern, obgleich früher die Nundinae bei ihnen jedesmal am achten Tage nach 7tägiger Arbeit einen Feiertag dargeboten hatten, gebräuchlich geworden. Die Monate sind noch dieselben, wie sie Cäsar angenommen hat. Cäsar hatte nämlich die 11 Tage, um die das Sonnenjahr länger als das Mondenjahr ist, so vertheilt, daß er den Monaten Januar, Sextilis (nun August genannt) und December statt 29 jetzt 31 Tage, dem April, Juni, September und November statt 29 jetzt 30 Tage gab. Die Länge von 31 Tagen der übrigen Monate blieb, auch behielt der Februar in den Gemeinjahren 28 Tage, um die den Verstorbenen gewidmeten Festtage (Februali) nicht zu ändern. Hieraus ersehen Sie, daß der Kalender der Christen in der ursprünglichen Hauptsache mit dem Julianischen übereinstimmt. Nicht so ist es aber mit der Anordnung der Länge der Jahre selbst. Der, im October 1582 unter dem Namen Gregorianischer Kalender eingeführte, verbesserte Julianische Kalender ward in dem größten Theile von Italien, in Spanien und Portugal ohne Widerspruch sogleich angenommen. Erst im December 1582 wurden in Frankreich die 10 Tage, die dort schon 2 Monate früher weggefallen waren, ausgelassen. Die katholische Schweiz nahm 1583, Polen 1586 und Ungarn 1587 diese Reform an, was in Deutschland auch die katholischen Länder thaten, während die protestantischen den alten Kalender noch bis 1699 beibehielten. Im Jahre 1700 wurden im Februar des neuen verbesserten Kalenders der deutschen Protestanten 11 Tage weggelassen

und nach dem 18. Februar sogleich der 1. März geschrieben. Aber hinsichtlich des Osterfestes, das im Gregorianischen Kalender der Katholiken nach den Epakten berechnet ward, nahmen die Protestanten eine rein astronomische Bestimmungsweise desselben an. Dies geschah in den Niederlanden und Dänemark zugleich, in der protestantischen Schweiz ein Jahr später. England nahm diesen verbesserten Kalender erst 1752 an, in welchem Jahre nach dem 2. September sogleich der 14. September erfolgte, und Schweden im Februar 1753. Nur die Russen und Griechen haben noch jetzt den Julianischen Kalender seiner wesentlichen Einrichtung nach beibehalten, und man unterscheidet daher in Rußland und Griechenland den sogenannten alten Styl. Jener verbesserte Kalender stimmte nun zwar meistens mit dem Gregorianischen überein; aber da hinsichtlich des Osterfestes die Bestimmung desselben nach den Epakten nicht jedesmal mit der astronomischen harmoniren kann, so kamen bald Fälle vor, wo die eine Rechnung den Sonnabend, die andere den Sonntag zur Ostergrenze machte, so daß nach der letztern das Osterfest erst 8 Tage später gefeiert wurde, was große Verwirrung unter den beisammen lebenden Katholiken und Protestanten erzeugen mußte. Da im Jahre 1778 dies wieder eintreten sollte, so bewirkte König Friedrich II. von Preußen, daß die Protestanten die cyklische Bestimmung des Osterfestes ebenfalls annahmen. Denn es wurde nun der sogenannte allgemeine Reichskalender, als im ganzen deutschen Reiche einzig und allein geltend, eingeführt, dem auch die übrigen protestantischen Staaten Europa's beigetreten sind. — Was übrigens die innere Einrichtung des Kalenders betrifft, so ist dieselbe nicht nur hinsichtlich seiner Bestimmung, sondern auch hinsichtlich der Zahl und Anordnung der Feiertage bei den Protestanten und Römisch-Katholischen zwar ver-

schieden, doch kommen sie wenigstens in der Bestimmung des Osterfestes überein, so daß Katholiken und Protestanten jetzt einen und denselben Oster-Sonntag haben. Da nach diesem sich alle beweglichen Sonn- und Feiertage richten, so folgt hieraus schon Uebereinstimmung in beiden Kalendern. Indessen scheint bei den Protestanten die Feier ihrer Festtage in den verschiedenen Ländern sehr verschieden zu sein, daher sich nur schwer etwas Allgemeines darüber bestimmen läßt. Nur der Sonnen- und Mondcyklus, der Sonntagsbuchstabe, die Epakten u. s. w. sind im katholischen und protestantischen Kalender einerlei. Was endlich die vorzüglichsten Feste im Kalender der Griechen und Russen betrifft, deren Osterfest und Zeitrechnung sich überhaupt nach dem alten Styl (Julianischer Kalender) richten, so sind sie ebenfalls bewegliche oder unbewegliche, deren erstere nach dem Osterfeste sich gleichfalls, wie die des katholischen und protestantischen Kalenders, richten.

Wenn Sie einen unserer jährlich erscheinenden Kalender aufschlagen, so werden Sie gewöhnlich auf der ersten Seite mehrere Abtheilungen antreffen, welche gewisse Angaben enthalten. Eine dieser Angaben führt die Ueberschrift: Chronologische Kennzeichen und cyklische Zahlen. Hier stoßen Sie zuerst auf die goldne Zahl und Epakte, dann auf den Sonnencykel und Sonntagsbuchstaben, endlich auf die Römerzinszahl. Da von allen diesen Dingen gewöhnlich keine Erklärung in den meisten Kalendern zu finden ist, so glaube ich, Ihnen durch die Mittheilung einer solchen Erklärung nicht wenig zum Verständniß des astronomischen Theils des Kalenders zu verhelfen.

Unter Sonnencyklus versteht man eine Zeit von 28 Jahren, welche alle möglichen Veränderungen, in denen die Wochentage in Beziehung auf die Monatstage stehen können, in sich begreift, so daß nämlich jeder Wochentag auf

jeden einzelnen Tag eines Monats fällt, und zwar so, daß nach 28 Jahren dieselbe Ordnung wieder beginnt, oder derselbe Monatstag wieder mit demselben Wochentage zusammenfällt. Dann endet sich jedes gemeine Jahr mit demjenigen Wochentage, mit welchem es anfing, und ein Schaltjahr mit dem Wochentage, welcher zunächst nach demjenigen Wochentage folgt, mit welchem es begann. Dies kommt daher, weil das Jahr nicht genau 52 Wochen, sondern das gemeine Jahr 1 Tag und ein Schaltjahr 2 Tage darüber enthält. Würde nun die Zeit nach lauter gemeinen Jahren berechnet, so würde ein Sonnencyklus nur 7 Jahre dauern. Das Einfallen der Schaltjahre macht dazu eine Zeit von 28 Jahren nöthig. Daher zählt man den Sonnencyklus von 1 bis 28.

Was man unter dem Sonntagsbuchstaben versteht und wozu er gebraucht wird, werden Sie so eben erfahren. Um die Tage einer Woche zu bezeichnen, hat man die 7 ersten Buchstaben des Alphabets: A, B, C, D, E, F und G gewählt und zwar so, daß der 1. Januar A und der 7. Januar G erhielt. Nun fährt man in derselben Ordnung fort, so daß wiederum A bei dem 8. Januar, G bei dem 14. Januar u. s. w. zu stehen kommt. So erhält in dem Jahre jeder Monatstag seinen besondern Buchstaben, den er auch stets behält, denn in einem Schaltjahre führen der 23. und 24. Februar denselben Buchstaben E. Diese 7 Buchstaben nun sind die Sonntagsbuchstaben, und dieser Name kommt davon her, weil man sich desselben zur Bezeichnung der Sonntage bedient. Denn da man die ersten 7 Tage jedes Jahres mit jenen Buchstaben bezeichnet, und dies für's ganze Jahr fortsetzt, aber nicht alle Jahre mit demselben Wochentage anfangen, so heißt derjenige Buchstabe, welcher mit den Sonntagen eines Jahres zusammenfällt, der Sonntagsbuchstabe dieses Jahres. — Sie haben

sich nun aber wohl zu merken, daß der Sonntagsbuchstabe im Gregorianischen Kalender nicht derselbe, wie im Julianischen ist. Denn im Gregorianischen Kalender ist zwar der Sonnencyklus der nämliche, wie im Julianischen Kalender, nicht aber der Sonntagsbuchstabe selbst. Denn als im Jahre 1582 für den neuen Kalender 10 Tage aus dem alten weggelassen wurden, so mußte dadurch der Gregorianische Sonntagsbuchstabe um 10 oder 7 + 3, d. h. also um drei Stellen vorwärts rücken.

Jetzt werde ich Ihnen ein Mittel zur leichten Bestimmung der Sonntagsbuchstaben beider Kalender an die Hand geben, und zugleich die Anwendung zeigen.

Gregorianische Sonntags-Buchstaben.

Julianische Sonntags-buchstaben.	von 1582 bis 1699.	von 1700 bis 1799.	von 1800 bis 1899.	von 1900 bis 2100.
A	D	E	F	G
B	E	F	G	A
C	F	G	A	B
D	G	A	B	C
E	A	B	C	D
F	B	C	D	E
G	C	D	E	F

Wollen Sie nun wissen, welchen Sonntags-Buchstaben z. B. die Jahre 1897 und 2004 Gregorianischen Styls haben werden, so müssen Sie erst die Julianischen Sonntags-Buchstaben beider Jahre bestimmen, indem Sie zu der Jahreszahl 9 addiren und die Summe mit 28 dividiren, um durch den Rest den Sonnencyklus zu erhalten; nämlich:

```
     1897              2004
        9                 9
  28|1906|68        28|2013|71
     168               196
     ---               ---
      226               53
      224               28
  -------           -------
   Rest  2          Rest 25
als Sonnencyklus,  als Sonnencyklus.
```

Mittels dieser Sonnencyklen finden Sie immer in der von mir eben mitgetheilten Tafel die Julianischen Sonntags-Buchstaben E und ED, und dann mittels dieser in der letzten Tabelle in der vierten und fünften Colonne C und DC für die Jahre 1897 und 2004 als die gesuchten Gregorianischen Sonntags-Buchstaben.

Nun können Sie, sobald uns nur der Sonntags-Buchstabe eines gegebenen Jahres bekannt ist, augenblicklich erfahren, auf welchen Wochentag ein gewisses Datum dieses Jahres fällt. Z. B. Columbus entdeckte den 12. October 1492 Amerika, welcher Wochentag war dieser Tag? Also

```
       1492
          9
  28|1501|53
       140
       ---
       101
        84
  ---------
        17 als Sonnencyklus,
```

mit welchem Sie in der von mir vorhin gegebenen Tabelle AG als Julianischen Sonntags-Buchstaben des Jahres 1492 finden. Nun giebt unsere Tafel mit dem zweiten Buchstaben G im October den 7. als einen Sonntag, also:

October 8. Montag
„ 9. Dienstag
„ 10. Mittwoch
„ 11. Donnerstag

October 12. Freitag;
daher war der 12. October 1492 ein Freitag.

Der Mondcyklus ist ein Zeitraum von 19 Jahren. Meton fand (bis auf den Unterschied von 1 Stunde 29 Min. 13¾ Sec.), daß 235 Mondwechsel gleich 19 Julianischen Sonnenjahren sind. Man nennt daher diese Periode den Meton'schen Cyklus. Nun sind 12 synodische Mondenmonate gleich 12 Mal 29 Tage 12 Stunden 44^m 3^s, d. h. gleich 364 Tagen 8^h 48^m 35^s, mithin um 10 Tage 21^h 11^m 27^s kleiner, als das Julianische Jahr von 365 Tagen 6 Stunden. — Wird angenommen, daß irgend ein gegebenes Julianisches Jahr gerade mit einem Neumonde angefangen habe, so werden, der angeführten Rechnung zufolge, am Anfange des nächsten Jahres offenbar schon 10 Tage 21^h 11^m 27^s seit dem letzten, im vorigen Jahre stattgefundenen Neumonde vorüber sein. Diese verflossene Zeit nun pflegt man das Alter des Mondes oder die Epakte dieses Jahres zu nennen. — Weil aber die astronomische Epakte beschwerlich zu berechnen ist, so hat man schon frühzeitig von ihr ganz abgesehen, und wegen größerer Einfachheit und Bequemlichkeit für den kirchlichen Theil des Kalenders der Christenheit den synodischen Monat zu 30 vollen Tagen angenommen. Mithin ist diese kirchliche Epakte am Anfange des ersten Jahres 11 Tage, an dem des zweiten 22, an dem des dritten 33, d. h. 33 weniger 30 oder 3 Tage, an dem des vierten 14 Tage u. s. w. — Wird auf diese Weise immer fort gerechnet, so kommt für das 19. Jahr 29, für das 20. Jahr, das ist für das 1. Jahr des neuen Mondcyklus 10 als Epakte. Allein es wird für diese 10 dann stets 11 gesetzt, was man den Sprung der Epakte nennt. Alsdann beträgt der Fehler nach 300 Jahren nur 23^h 28^m 53^s, d. h. fast einen ganzen Tag. — Ferner ist die goldene Zahl

diejenige Zahl, welche anzeigt, das wie vielste Jahr ein gegebenes Jahr in der 19jährigen der Mondcyklus genannten Periode ist. Diese goldene Zahl, die für den alten und neuen Kalender irgend eines Jahres immer die nämliche ist, kehrt in 1900 Jahren periodisch wieder. Aber die Epakte selbst ist deshalb in beiden Kalendern verschieden, weil im Julianischen Kalender die Epakte aller 300 Jahre, wie ich schon erwähnt habe, sehr nahe um einen Tag zu spät fällt, und weil zugleich im Jahre 1582 für den neuen Kalender 10 Tage weggelassen wurden, so daß die Gregorianische Epakte von jener Zeit an von der Julianischen nun abweichen mußte. Uebrigens ist die Epakte blos als ein sehr oberflächliches Mittel, die Neumonde zu bestimmen, anzusehen.

Sie werden jedenfalls jetzt mich fragen wollen, auf welche Art für ein gegebenes Jahr des Julianischen Kalenders die goldene Zahl und Epakte sich finden lassen. Die Beantwortung dieser Frage hängt offenbar wieder von der Beantwortung der Frage ab, in welchem Jahre hatte der 1. Januar Neumond, so daß also dieses Jahr zugleich das erste Jahr des Mondcyklus war. Das Jahr, welches unmittelbar vor demjenigen vorausging, in welches wir die Geburt Christi setzen, hatte die erwähnte Eigenschaft. Sie finden also die goldene Zahl eines Jahres, wenn Sie zu dessen Jahreszahl 1 addiren und die Summe mit 19 dividiren; der Rest dieser Division ist nun die gesuchte goldene Zahl. Um ferner die Epakte desselben Jahres für den Julianischen Kalender zu finden, nehmen Sie die gefundene goldene Zahl 11 Mal, und dividiren die durch diese Multiplication gefundene Zahl mit 30. Der Rest dieser Division giebt Ihnen dann die gesuchte Epakte des gegebenen Jahres. Um diese an sich sehr einfachen Rechnungen durch einige Beispiele zu veranschaulichen, wollen wir für die Juliani=

schen Jahre 1492 und 1840 die goldene Zahl und Epakte bestimmen. Nach der von mir so eben gegebenen Anweisung gestalten sich nun die Rechnungen, wie folgt:

1492	1840
1 addirt	1 addirt
19 | 1493 Summe | 78	19 | 1841 Summe | 96
133	171
163	131
152	144
Rest 11 als die gold. Zahl;	Rest 17 als die gold. Zahl;
11 × 11	17 × 11
11	17
30 | 121 | 4	30 | 187 | 6
120	180
Rest 1 als die Epakte;	Rest 7 als die Epakte

Es sind folglich für den Julianischen Kalender

	im Jahre 1492	im Jahre 1840
die gesuchte goldene Zahl	XI.	XVII.
die gesuchte Epakte	I.	VII.

Man pflegt nämlich in den Kalendern diese Zahlen durch römische Zahlzeichen auszudrücken, welche Gewohnheit noch aus den frühern Zeiten herstammt.

Um aber die Epakten beider Kalender und zwar blos mittels der für beide Zeitrechnungen sich gleichbleibenden goldenen Zahl bestimmen zu können, will ich folgende Tafel mittheilen, die Ihnen eine schnelle Uebersicht der goldenen Zahlen und Epakten vom Jahre 1582 an bis zum Jahre 2300 gewähren dürfte.

Tafel der Julianischen und Gregorianischen Epakten.

Goldene Zahl.	Julian. Epakte.	von 1582 bis 1699.	von 1700 bis 1899.	von 1900 bis 2199.	von 2200 bis 2300.
1	11	1	0	29	28
2	22	12	11	10	9
3	3	23	22	21	20
4	14	4	3	2	1
5	25	15	14	13	12
6	6	26	25	24	23
7	17	7	6	5	4
8	28	18	17	16	15
9	9	29	28	27	26
10	20	10	9	8	7
11	1	21	20	19	18
12	12	2	1	0	29
13	23	13	12	11	10
14	4	24	23	22	21
15	15	5	4	3	2
16	26	16	15	14	13
17	7	27	26	25	24
18	18	8	7	6	5
19 od.*	29	19	18	17	16

Um Ihnen die Anwendung dieser Tafel zu zeigen, wollen wir z. B. die Epakte für den Gregorianischen Kalender der Jahre 1813, 1956 und 2242 zu bestimmen suchen. Wir müssen zuerst für diese gegebenen 3 Jahre die goldenen Zahlen bestimmen, nämlich:

1813	1956	2242
1	1	1
19|1814|95	19|1957|103	19|2243|118
171	19	19
104	57	34
95	57	19
Rest 9,	Rest 0,	153
		152
		Rest 1,

Wir haben also die goldenen Zahlen IX., 0, I., für die Jahre 1813, 1956 und 2242. Nun geben die Zahlen 9, 0 und 1, in der ersten Colonne der Tafel aufgesucht, auf denselben Zeilen der 4., 5. und 6. Colonne die Zahlen 28, 17 und 28. Mithin sind

XXVIII.	die gesuchten	1813.
XVII.	Gregorianischen	1956.
XXVIII.	Epakten für	2242.

Sie werden folglich bemerken, daß die zweite Colonne, welche die Julianischen Epakten enthält, für alle Jahrhunderte ohne Ausnahme gilt, was seinen Grund in der Einfachheit der Julianischen Zeitrechnung hat, welche, wie Sie schon von mir erfahren haben, fortwährend jedes durch 4 ohne Rest theilbare Jahr ein Schaltjahr sein läßt.

Bisher hatten die Kalender-Verfertiger alle diese, chronologische Kennzeichen genannten, Angaben als ein Mittel benutzt, das Osterfest für ein jedes Jahr zu bestimmen, um der von der Kirchenversammlung zu Nicäa im Jahre 325 gegebenen Vorschrift zu genügen, daß Ostern stets den ersten Sonntag nach dem ersten Vollmonde im Frühlinge gefeiert, wenn aber dieser Vollmond selbst auf einen Sonntag fällt, auf den nächstfolgenden Sonntag angesetzt werden soll. — Indessen sind alle jene eine ziemlich umständliche Anordnung erfordernden Hilfsmittel überflüssig, seitdem Gauß gezeigt hat, wie man für irgend ein gegebenes Julianisches oder Gregorianisches Jahr den Ostersonntag — nach welchem sich alle übrigen beweglichen Festtage im Jahre richten — durch einige ganz einfache kleine Rechnungen bestimmen könne. Da diese kleinen Rechnungen sehr leicht anzustellen sind und die Bestimmung des Osterfestes hiernach von allgemeinem Interesse sein dürfte, so er=

laube ich mir, Ihnen diese Regeln vorzutragen und mit einem Beispiele zu begleiten.

Für das gegebene Jahr dividire man dessen Jahreszahl zuerst mit 19, nenne den Rest dieser Division den ersten Rest, dividire dann die Jahreszahl mit 4 und 7, und nenne die resp. Reste dieser beiden Divisionen den zweiten und dritten Rest. Nun multiplicire man den ersten Rest mit 19, addire **15** hinzu und dividire die Summe mit 30; den Rest dieser Division nenne man den vierten Rest. Nachher addire man den doppelten zweiten, den viermal genommenen dritten und den sechsfachen vierten Rest, und die Zahl **6** zusammen, dividire die gefundene Summe mit 7 und nenne den gebliebenen Rest den fünften Rest. Addirt man jetzt zur Zahl 22 die Summe des vierten und fünften Restes, so giebt dann die Summe das Märzdatum des für das gegebene Jahr gesuchten Ostersonntages. Ist dieses Märzdatum größer als 31, so zieht man von ihm die Zahl 31 ab, und man erhält nun das Aprildatum des Ostersonntages.

Dieses Rechnungsverfahren gilt für den Julianischen (alten) Kalender stets ohne Ausnahme, so wie für den Gregorianischen Kalender, aber für diesen mit Berücksichtigung nachfolgender drei Ausnahmen: 1) Findet man den 26sten April, so wird dafür immer der 19. April angenommen; denn der Ostersonntag kann nie später, als höchstens den 25. April eintreten. 2) Findet man den 25. April und ist zugleich der erste Rest größer als 10, wenn der vierte Rest 18 beträgt, so wird jedes Mal der Ostersonntag am 18. April gefeiert. 3) Statt jener schon erwähnten beiden Zahlen **15** und **6** werden beim Gregorianischen Kalender folgende Zahlen genommen:

von 1700 bis 1799	**23** und **3**
„ 1800 „ 1899	**23** „ **4**

von 1900 bis 2099	**24** und **5**
„ 2100 „ 2199	**24** „ **6**

Hier nun das versprochene Beispiel. Wann wird für den neuen Kalender im Jahre 1852 der Ostersonntag eintreten. Aus der letzten kleinen Tabelle entnehmen wir zuerst die Zahlen **23** und **4**; die Rechnung steht dann so:

```
19|1852|97                 4|1852|463
  |171 |                    |16  |
   142                        25
   133                        24
     9 als erster Rest.        12
                               12
                                0 als zweiter Rest.

7|1852|264                 9 × 19
 |14  |                    171
  45                        23
  42                    30|194|6
   32                       |180|
   28                        14 als vierter Rest.
    4 als dritter Rest.
```

Doppelter zweiter Rest 0
Viermal genommener dritter Rest . 16
Sechsfacher vierter Rest 84
Zahl 4 4

```
7|104|14
 |7  |
  34
  28
   6 als fünfter Rest.
```

Zahl 22 22
Summe des vierten und fünften Restes . . 20
42
also abgezogen 31
11. April

als das Datum des für das Jahr 1852 gesuchten Gregorianischen Ostersonntages.

Was endlich die **Indiction** oder **Römer-Zinszahl** betrifft, so wurde zu Kaiser Constantin's Zeiten eine Periode von 15 Jahren vermuthlich deswegen eingeführt, um bestimmte Steuererhebungs-Termine zu haben. Es zeigt aber die Römer-Zinszahl, die in beiden Kalendern dieselbe ist, an, das wievielste Jahr in dieser 15jährigen Periode das gegebene Jahr ist. — Jetzt aber hat die Indiction gar keinen Nutzen mehr für uns, wie sonst, wo die Juristen ihrer bedurften, um sie z. B. in den Testamenten anzuführen, weil sonst die Testamente selbst keine Giltigkeit gehabt hätten.

Man findet übrigens für ein gegebenes Jahr die Indiction, wenn man zur gegebenen Jahreszahl die Zahl 3 addirt und die gefundene Summe mit 15 dividirt. Der Rest dieser Division ist nun die für das gegebene Jahr gesuchte Indiction. So z. B. würde für das Jahr 1852 diese kleine Rechnung so sich gestalten:

```
     1852
        3
   --------
15|1855|123
   15
   ------
    35
    30
   ------
     55
     45
   ------
     10
```

mithin ist 10 die Indiction für das Jahr 1852.

Sechsundzwanzigster Vortrag.

Die astronomischen Instrumente. — Fernröhre, Winkelmesser und Uhren.

Von der Ansicht ausgehend, daß Sie, hochverehrte Anwesende, nun auch Einiges über die astronomischen Beobachtungswerkzeuge zu erfahren wünschen, werde ich zwar diesem, Ihrem Wunsche jetzt möglichst zu entsprechen suchen, muß aber Sie zuvor darauf aufmerksam machen, daß vielleicht meine nun folgenden Mittheilungen Sie zum Theil mehr oder weniger nicht ganz befriedigen werden, daß jedoch daran nicht ich, sondern vielmehr der Umstand die Schuld tragen muß, daß ohne eigene nähere Betrachtuug der astromischen Instrumente selbst eine genügende Kenntniß ihres Baues und Gebrauchs nicht wohl möglich ist. Ich bitte also hinsichtiich dieses wichtigen Punktes um Ihre gütige Nachsicht.

Eine Sternwarte (oder Observatorium) ist nicht blos derjenige Ort, von welchem aus der Astronom mit mancherlei Instrumenten Beobachtungen (Observationen) am Himmel anstellt, sondern wo er auch aus den angestellten Beobachtungen alsdann mittels Berechnungen, Constructionen und Schlüssen entweder neue Resultate für seine Wissenschaft zu erlangen, oder bisherige Ergebnisse zu berichtigen oder zu erweitern sucht. Nach dem jetzigen Zustande der beobachtenden Astronomie muß nun aber eine gute Sternwarte auf einem trocken gelegenen Platze stehen, der von allen Erschütterungen entfernt ist, welche durch manche in der Nähe sich zutragende Bewegungen entstehen können. Dieser Platz muß ferner so beschaffen sein, daß die Witterung und

der Wechsel von Wärme und Kälte keinen nachtheiligen Einfluß auf die Grund- und Unterlagen des Gebäudes und der Instrumente haben können. Der Platz für die Sternwarte, die an und für sich kein hohes Gebäude sein darf, muß also weder zu hoch, noch zu niedrig gelegen sein und sich in einer ruhigen Gegend befinden. Das Sternwarts-Gebäude muß Localitäten besitzen, die der Aufstellung und Bestimmung der Hauptinstrumente angemessen sind, auch Räume zur Aufbewahrung der tragbaren Instrumente, auch für die Bibliothek, Wohnungen für den Astronomen und dessen Assistenten u. s. w. enthalten. Die großartigsten, am zweckmäßigsten eingerichteten Sternwarten sind jetzt in Berlin, Bonn, Hamburg, Königsberg, Dorpat, Pulkowa bei Petersburg, Greenwich, Washington und Cambridge in Nordamerika.

Der Astronom muß nicht blos gehörig wissenschaftlich gebildet und Mathematiker sein, sondern er muß auch, wenn er praktischer Astronom sein will, natürlich Talent zum Beobachten und eine technische Fertigkeit im Berechnen besitzen. Die Erfordernisse eines guten Beobachters sind, was das Aeußerliche anlangt, Schärfe des Gesichts und Gehörs (letzteres wegen Hörens der Schläge der Uhr), Ruhe und Ausdauer bei den Beobachtungen auch eine genaue Kenntniß des Baues und der Anwendung seiner Instrumente. Der Astronom muß endlich auch unbefangen, frei von Vorurtheilen und von vorgefaßten, vorzüglich mit Leidenschaft gehegten Meinungen sein.

Da es offenbar darauf ankommt, was und wo, wie und wann dasselbe am Himmel beobachtet wird, so bedarf der Astronom dreier Hauptarten von Beobachtungswerkzeugen. Diese drei Hauptarten sind nun 1) die Fernröhre, 2) die Winkelmesser und 3) die Uhren. Ich werde Ihnen jetzt dieselben näher erklären.

Ein Fernrohr ist dasjenige optische Instrument, das

die zu betrachtenden entfernten Gegenstände auf der Erde oder am Himmel hell, scharf begrenzt und ohne farbige Ränder bei verhältnißmäßig nicht zu großer Länge sehr vergrößert zeigt. Die größern und größten Fernröhre nennt man Refractoren. Zeigt ein Fernrohr die Gegenstände aufrecht, so wird es ein Erdfernrohr (terrestrisches Fernrohr) genannt und besteht aus einem Objectivglas und drei Augengläsern. Weil jedoch das Licht beim Durchgange durch viele Gläser nicht wenig an Helligkeit verliert, so fertigt man auch Fernröhre mit einem Objectiv- und blos einem Augenglase, die folglich mehr Helligkeit besitzen, jedoch Alles verkehrt zeigen. Sie heißen astronomische Fernröhre, weil sie ausschließlich zu Himmelsbeobachtungen angewandt werden, wo das Verkehrtstehen den daran gewöhnten Astronomen keinen Eintrag thut.

Die Fernröhre sind, wie jetzt sicher nachgewiesen ist, um das Jahr 1608 in Holland erfunden. Seitdem Galilei durch deren Hilfe 1610 die Jupiterstrabanten entdeckte, sind durch dieselben 16 neue Planeten, 4 Trabantensysteme (das der 4 Jupiters-, der 8 Saturns-, der 6 Uranus-, der 2 Neptunsmonde), 2 Ringsysteme (um Saturn und Neptun), die Phasen der Venus, viele Kometen, besonders die innern (planetarischen) mit genau berechneten Umlaufszeiten und Bahnen aufgefunden; ferner der uns beobachtbare Fixsternhimmel mit seinen Tausenden von Nebelflecken, Sternhaufen und Doppelsternen unendlich erweitert worden. Denn während Galilei mit nur 7maliger Vergrößerung beobachtete und dieselbe nie über 32 steigerte, konnte 170 Jahre später Wilhelm Herschel eine 6500malige Vergrößerung anwenden. Solche Steigerung glaubte man Anfangs, da es nur noch Refractoren gab und die mit der Berechnung verbundene Farbenzerstreuung eine stärkere Krümmung der Linsenflächen nicht zuließ, nur auf dem Wege der Vergrößerung des

Durchmessers der Objectivgläser und der Verlängerung der Rohre erreichen zu können, und so erschienen in den Zeiten von Huyghens, Auzout und Cassini Fernröhre von 122 bis 300 Fuß Länge, welche eine Vergrößerung bis 600 verstatteten. Die Unbequemlichkeiten dieser riesigen Längen, die unvermeidliche Krümmung der Röhren, die Schwierigkeit der Aufstellung setzten jedoch weitern Fortschritten auf diesem Wege bald ein Ziel. Da ermöglichte Dollond's Erfindung der achromatischen (farblosen) Fernröhre 1755 von Neuem bedeutende Fortschritte. Denn wenn ein früheres Fernrohr erst bei 200 Fuß Länge eine 320fache Vergrößerung erreichte, so leistet jetzt ein achromatisches Fernrohr dasselbe schon bei 7 Fuß. Bald jedoch gewannen durch Wilhelm Herschel, der die von Newton erfundenen Spiegelteleskope (Reflectoren) wesentlich vervollkommnete, diese die Oberhand. Sein erstes Fernrohr dieser Art war ein 5füßiger Reflector, durch welchen er bis zu 930maliger Vergrößerung gehen konnte, und 1781 den Uranus entdeckte. Darauf brachte er noch andere von 10, 15, 20 Fuß zu Stande, mit welchen er 6500fache Vergrößerung erreichte. Endlich verfertigte er das 40füßige Riesenteleskop, dessen Hohlspiegel 4 Fuß Durchmesser hatte, womit er Sternnebel erblickte, von denen das Licht nach seiner Schätzung Jahrtausende braucht, um zu uns zu gelangen. Durch Artigues, der das bisher in größern Scheiben nicht darstellbare Flintglas lieferte, wurde es den Refractoren nochmals möglich, mit den Reflectoren zu wetteifern, und Fraunhofer construirte Riesenrefractoren, denen er mittels eines Uhrwerks eine parallaktische, den Sternen folgende Bewegung gab, um die Beobachtungen sehr bequem und sicher zu machen, ein Vortheil, dessen die Spiegelteleskope entbehren. Ich werde hierauf bald wieder zurückkommen. Die größten Instrumente hiervon sind die der Dorpater und Berliner Sternwarte von

9 Pariser Zoll Oeffnung und 13½ Fuß Focalweite, und die von Merz und Mahler für Pulkowa und Cambridge in Nordamerika gefertigten, von denen das letztere 14 Pariser Zoll Oeffnung und 21 Fuß Brennweite hat. Die berühmtesten Reflectoren der neuesten Zeit sind der von Lassell, von 2 Fuß Oeffnung und 20 Fuß Brennweite, mit welchem er im Juli 1847 den 1. Neptunsmond entdeckte, und der des Lord Rosse zu Parsonstown in Irland von 6 englischen Fuß Oeffnung und 50 englischen Fuß Länge, mit dem Rosse viele Nebelflecke in Sternschwärme aufgelöst hat und für die Zukunft die Erwartung der Astronomen noch aufs höchste spannt. In neuester Zeit ist die Wirkung der achromatischen Fernröhre durch das orthoskopische Ocular erhöhet worden. Bei größern Fernröhren, die starke Vergrößerungen besitzen, ist (eben weil die letztern das Gesichtsfeld sehr verkleinern und es daher schwer fällt, mittels eines solchen Refractors einen Gegenstand am Himmel unmittelbar leicht aufzufinden) ein kleines Fernrohr dem großen parallel angebracht, welches seiner Bestimmung wegen der Sucher genannt wird. In der neuesten Zeit hat Plößl ein dialytisches Fernrohr von 11 Fuß Brennweite und 10½ Zoll Objectivöffnung für den Sultan angefertigt, das Ausgezeichnetes leistet. Man erhält jetzt die vorzüglichsten Fernröhre aller Art aus den optischen Werkstätten von Lerebours und Secretan in Paris, von Merz und Mahler (früher Fraunhofer und Utzschneider) in München, von Plößl in Wien, von Kellner in Wetzlar. Uebrigens unterscheidet sich das dialytische Fernrohr von dem gewöhnlichen achromatischen Fernrohre nur dadurch, daß bei jenem die beiden Linsen des Objectivglases ziemlich beträchtlich von einander getrennt sind, die Linse aus Flintglas folglich weit kleiner zu sein braucht; dadurch wird aber das Fernrohr beträchtlich kürzer. Das dialytische Fernrohr ist von Littrow erfunden.

Ich komme nun zur zweiten Hauptart astronomischer Instrumente, nämlich zu den Winkelmessern. So lange die astronomischen Beobachtungen noch nicht den Grad der Genauigkeit, wie in der neuesten Zeit erreicht hatten, waren von den mancherlei zu Höhenmessungen bestimmten, astronomischen Beobachtungswerkzeugen die Quadranten und unter diesen besonders die Mauerquadranten die besten. Weil aber bei einem Theile eines Kreises, wie eben der Quadrant, die Veränderungen durch Temperatur, eigenes Gewicht, Excentricität u. s. w. mehr Unregelmäßigkeiten, als bei einem in allen seinen Theilen symmetrischen ganzen Kreise erzeugen müssen, so sehen Sie leicht ein, daß nur die sogenannten ganzen Kreise den möglichst höchsten Grad von Genauigkeit besitzen können. Ueberdies bieten diese Kreise viele Hilfsmittel dar, die Richtigkeit der Aufstellung zu sichern und die darin, so wie im Instrumente selbst etwa sich vorfindenden Fehler genau kennen zu lernen. Es ist mithin ein großer und wichtiger Schritt für die beobachtende Astronomie gewesen, daß man die Quadranten ganz verließ, um zu den ganzen Kreisen überzugehen. Denn diese letztern sind es allein, welche die jetzige so ungemein vervollkommnete Beobachtungskunst, die große Genauigkeit und Güte der astronomischen Beobachtungen selbst, so wie die aus ihnen gezogenen bewundernswürdigen Resultate erzeugt haben. Zu den ganzen Kreisen gehören nun aber folgende Gattungen: 1) der Multiplications- oder Repetitionskreis; 2) der einfache Kreis; 3) der Meridian- oder Mittagskreis und 4) der Theodolit. Der Multiplicationskreis wird jetzt wenig mehr angefertigt und gebraucht, seitdem die Maschinen zum Theilen der Gradbogen sehr vervollkommnet worden sind, weshalb man nach dem Beispiele der Engländer sehr bald in Deutschland zu den einfachen Kreisen überging. Der Mul-

tiplicationskreis besteht der Hauptsache nach aus zwei concentrischen Kreisen, die sich in einer senkrechten Ebene um ihre horizontale Axe drehen, welche letztere an einer senkrechten Säule befestigt ist. Der äußere Kreis trägt die Theilung, der innere, an welchem das Fernrohr befestigt ist, die Nonien. Wird aber der äußere Kreis nicht beweglich angebracht, sondern mit der senkrechten Rotationsaxe auf irgend eine Art fest verbunden, so erhält man den einfachen Kreis, der die Beobachtungen viel einfacher und genauer ausfallen läßt. — Wenn man nun die vorhin von mir erwähnte senkrechte Drehungsaxe als entbehrlich fortläßt und die horizontale Axe des Kreises, wie die eines Mittagsfernrohrs, von dem ich später sprechen werde, auf starke Pfeiler legt, so erhält man den Mauerkreis oder Meridiankreis, der nichts anderes als ein Mittagsfernrohr mit einem, an dem einen Ende der horizontalen Axe desselben befestigten, in Grade getheilten Kreise ist, welcher jedoch die wichtigen Vortheile vor dem einfachen Kreise besitzt, daß er, als nicht mehr an einer senkrechten Axe beweglich, viel größer, und auch seine horizontale Axe länger sein kann, wodurch das ganze Instrument viel fester und sicherer aufgestellt werden kann. Der Meridiankreis ist jetzt das vornehmste astronomische Instrument, dazu bestimmt, die Rectascensionen und Declinationen zugleich und mit gleich großer Genauigkeit beobachten zu können.

Der Theodolit ist ein Instrument zur Messung horizontaler Winkel und zugleich zur Beobachtung der Höhen von Gegenständen. Da aber dieser Winkelmesser seiner Natur nach meistens nur in der höhern Feldmeßkunst angewendet wird, daher kein eigentlich astronomisches Instrument ist, so will ich mich bei demselben auch nicht länger aufhalten.

Wenn man die einfache Drehungsaxe eines einfachen

Kreises so gegen den Horizont neigt, daß sie der Weltaxe parallel wird, so erhält man ein Aequatoreal oder eine parallaktische Maschine.

Das Aequatoreal nun ist dasjenige astronomische Instrument, welches zur Bestimmung der Abweichung eines Gestirns und des Unterschiedes der geraden Aufsteigungen dieses Gestirns und des Zeniths dient. Das ganz genau aufgestellte Aequatoreal gewährt den sehr wichtigen Vortheil, außerhalb des Meridians die nämlichen Bestimmungen machen zu können, die der Meridiankreis blos für die Culminationszeit gestattet. Die großen Aequatoreale werden auf einem prismatischen Stative angebracht; bei den kleinern tragbaren aber ruht die Mitte der Polaraxe auf einer Verticalsäule von Messing mit 3 Füßen, durch welche Stellschrauben hindurchgehen. Ein Kreis ist der Aequatoreal- oder Stundenkreis, ein andrer Kreis aber der Declinationskreis; beide Kreise haben zwei einander gegenüberstehende Noninen. Die gewöhnlich sehr feine Eintheilung des Stundenkreises vertheuert aber das Instrument ohne Noth zu sehr, weil hier eine Theilung von Minute zu Minute vollkommen ausreichend ist, da die scharfe Bestimmung der Rectascension ohnedies durch andere Mittel erreicht werden muß. Ist das Fernrohr, nach vorausgegangener sehr sorgfältiger Orientirung des Aequatoreals einmal auf irgend ein Gestirn gestellt, so folgt es alsdann, von links nach rechts fortbewegt, der täglichen Bewegung des Himmels, was für den Beobachter äußerst bequem ist und ihm zugleich das Aufsuchen des Gestirns bei Tage ungemein erleichtert. An sehr großen Aequatoralen mit stark vergrößernden Fernröhren pflegt man ein nach Sternzeit regulirtes Uhrwerk anzubringen, welches das Fernrohr von selbst der täglichen Bewegung des Himmels folgen läßt, und so das in der Mitte

des Gesichtsfeldes des Fernrohrs befindliche Gestirn gleichsam stillstehend macht.

Nächst dem Meridiankreise ist das Passageninstrument oder Mittagsfernrohr, auch schlechtweg Mittagsrohr genannt, das wichtigste Instrument der beobachtenden Astronomen, dazu bestimmt, die geraden Aufsteigungen der Gestirne in Zeit, sowie den Fehler der Uhr zu geben. Das Passageninstrument besteht aus einem, auf eine horizontale Axe senkrecht festgeschraubten, astronomischen Fernrohr, welches so auf- und niederbewegt werden kann, daß die von der Bewegung beschriebene Ebene in der Fläche des Mittagskreises selbst liegt. Wegen recht sicherer Aufstellung werden die Pfeiler, auf welchen die beiden Zapfen der Horizontalaxe aufruhen, ganz fest gegründet; diese Pfeiler sind bei den großen festbleibenden Instrumenten dieser Art von Sandstein oder Granit, bei den kleinern tragbaren aber von Gußeisen. An dem einen Ende der horizontalen Drehungsaxe ist ein kleiner, in Grade getheilter Kreis fest angebracht, der dazu dient, das Fernrohr mittels der Declination desjenigen Sterns, dessen Culmination man beobachten will, bis auf etwa eine Minute genau auf die rechte Höhe zu stellen, um gewiß zu sein, daß der Stern in das Gesichtsfeld des Fernrohrs eintritt. So einfach nun aber auch das Passageninstrument gebaut ist, so erfordert es dennoch eine sehr sorgfältige Handhabung, sobald man genaue brauchbare Beobachtungen mit demselben erlangen will. Meine geehrten Zuhörer werden übrigens leicht sich vorstellen können, daß ein möglichst richtig aufgestelltes Passageninstrument vermöge der Richtung seines Fernrohrs die Ziehung einer sehr genauen Mittagslinie möglich macht. Es darf nur in beliebiger Entfernung von dem Instrumente irgend ein Object auf der Erde so aufgestellt und befestigt werden, daß man es im Mittagsfernrohr erblickt. Dieses Object nun,

bekannt unter dem Namen Meridianmarke oder Mittagszeichen, wird, es mag nord- oder südwärts vom Passageninstrument stehen, mittels einer gedachten geradlinigen Verbindung mit dem letztern die Lage der Mittagslinie bezeichnen. Die Kenntniß der Mittagslinie aber ist in vieler Hinsicht wichtig und sogar erforderlich, wie z. B. zur Bestimmung der Lage der Himmels- oder Weltgegenden. Da ferner das Mittagsfernrohr ganz vorzüglich zur genauesten und zugleich bequemsten Bestimmung der Zeit dient, so sehen Sie, hochgeehrte Zuhörer, auch schon ohne meine ausdrückliche Erinnerung, sogleich ein, daß dieses Instrument und die an ihm anzustellenden Culminationsbeobachtungen für unsere Uhren ganz unentbehrlich ist. Freilich versteht der Astronom, in Ermangelung eines Passageninstruments auch den Meridiankreis eben so gut zur Zeitbestimmung zu benutzen; reisende Beobachter aber bedienen sich am häufigsten des Spiegelsextanten, mit dem sie nicht blos die Zeit, sondern auch die geographische Breite bestimmen können.

Der von Hadley erfundene Spiegelsextant ist ein kleines tragbares Instrument, welches vom Schifffahrer niemals entbehrt werden kann, und auch zu Lande sehr nützliche Dienste leistet. Es ist bestimmt, die Winkel zweier Gegenstände in jeder Richtung desselben gegen den Horizont selbst dann zu messen, sobald der Beobachter keinen festen Stand hat. Es besteht aus einem Kreissector, um dessen Mittelpunkt sich eine Alhidade dreht, welche einen ebenen Spiegel trägt, der durch den Mittelpunkt des Kreises senkrecht auf die Ebene desselben geht. Ein anderer ebener, kleinerer Spiegel ist auf der Ebene des Kreises senkrecht und so befestigt, daß er mit dem großen Spiegel dann parallel ist, wenn die Alhidade auf dem Nullpunkte der Theilung steht. Die obere Hälfte des kleinern Spiegels

ist durchbrochen, so daß der Lichtstrahl von dem einen der beiden Gegenstände, deren Winkel man beobachten will, durch den durchbrochenen Theil des kleinen Spiegels unmittelbar in das Fernrohr, also in das Auge des Beobachters kommt. Dann wird, nachdem man die Ebene des Sextanten in die Ebene durch beide Gegenstände gebracht hat, die Alhidade mit dem großen Spiegel so lange um den Mittelpunkt des Sextanten gedreht, bis der Strahl des zweiten Gegenstandes auf den großen Spiegel fällt, von welchem er nach der untern Hälfte des kleinen Spiegels, und von dieser endlich ebenfalls in das Auge des Beobachters reflectirt wird, während welcher Drehung der Alhidade das über dem kleinen Spiegel unmittelbar, ohne Reflexion gesehene Bild des ersten Gegenstandes immer in der Mitte des Fernrohrs erhalten werden muß. Wenn sich nun beide Bilder im Fernrohre genau decken, so ist dann der Winkel, welchen beide Spiegel mit einander machen, oder der Theil des Gradbogens, um welchen sich die Alhidade von dem Nullpunkte der Theilung an fortbewegt hat, gleich der Hälfte des gesuchten Winkels, welche beide Gegenstände in dem Auge des Beobachters machen. Da aber der Bogen des Sextanten so eingetheilt ist, daß jeder halbe Grad des Kreises als ein ganzer bezeichnet ist, so ist der in dem Zustande der Deckung beider Bilder abgelesene Bogen auch unmittelbar die gesuchte Distanz der Gegenstände.

Will man die Höhe eines Gegenstandes, z. B. der Sonne, messen, so betrachtet man ihr Bild in einem Wasser- oder Quecksilberhorizonte als den zweiten Gegenstand, und wenn man dann diese beiden Bilder der Sonne sich in dem Fernrohre genau decken läßt, so erhält man die doppelte Höhe des Mittelpunktes der Sonne.

Zur Beobachtung der Höhe endlich von irdischen oder himmlischen Gegenständen braucht man natürliche oder

künstliche Horizonte. Zu den ersten gehören Wasser in einer Schale, über welches man Oel gießen kann, um die wellenförmige Bewegung des Wassers bei jedem Luftzuge zu vermindern, oder Tinte, Buchdruckerschwärze, und am besten Quecksilber, welches einen sehr klaren Spiegel giebt.

Die künstlichen Horizonte bestehen gewöhnlich aus ebenen Glasplatten, die auf einem schwarzen Boden liegen; enthalten sie unter sich Weingeist, so wird die Platte dadurch vertical gestellt, daß man die Blase in die Mitte der Platte bringt. Die andern werden durch Hilfe einer Libelle horizontal gestellt.

Außer den von mir angeführten Instrumenten bedarf nun aber der Astronom noch mancher anderer Hilfsmittel bei seinen Beobachtungen; besonders werden das Loth, die Libelle, der Nonius oder Vernier, die Loupe, der Sucher und das Mikrometer durchgängig erfordert.

Das Loth besteht aus einem freien Silberfaden mit einem daran gehängten Gewichte. Es wird bei manchen zur Messung von Zenithabständen der Gestirne dienenden Instrumenten gebraucht, indem das Loth im Mittelpunkte der Grundtheilung aufgehangen und der Winkelmesser so gestellt wird, daß die vom Centrum nach dem Mittelpunkte der Theilung gehende gerade Linie genau vom Lothe bedeckt ist. Damit Letzteres nicht zu sehr und zu oft schwankt, kann man sein Gewicht in Wasser oder Oel bewegen (spielen) lassen. Am häufigsten aber wird jetzt die Libelle (Wasserwaage, Niveau) gebraucht, die entweder eine Aufsetz- oder Hängelibelle ist; sie dient, die horizontale Lage eines Instruments überhaupt oder nur irgend eines Theils desselben, wie z. B. der Drehungsaxe eines Mittagsfernrohrs, zu prüfen Die Libelle besteht aus einer, in einer Messingröhre eingeschlossenen Glasröhre. Die Messingröhre ist oben der Länge nach bis auf eine gewisse Breite offen,

so daß hier die bis auf eine Luftblase mit Weingeist oder Naphta gefüllte Glasröhre offen vorliegt, um durch die Lage der erwähnten Luftblase die horizontale Stellung zu erfahren. Es ist deshalb oben auf der Glasröhre eine Theilung eingerissen, damit sich beurtheilen läßt, ob die Luftblase in der Mitte steht oder nicht, und um wie viel sie im letztern Falle von der Mitte abweicht.

Was ferner den Nonius betrifft, so ist derselbe ein Bogenstück, der sich auf dem Gradbogen eines Instruments verschieben und mit den Abtheilungen des letztern, welche man noch in kleinere Theile (Secunden) theilen und ablesen will, so zusammenbringen läßt, daß man die kleinen einander sehr nahe liegenden, mit bloßen Augen nicht gut unterscheidbaren Theilstriche deutlich erkennen und sicher unterscheiden kann. Es wird daher bei dem Gebrauche des Nonius auch noch eine Loupe (Vergrößerungsglas) erfordert, welche man an den Nonius so befestigt, daß sie nach dessen ganzer Länge verschoben und jeder Theilstrich des Nonius unter sie gebracht werden kann.

Der schon bei der Betrachtung der Fernröhre kurz erwähnte Sucher ist ein auf einem Refractor oder neben demselben an ihm befestigtes kleineres Fernrohr, dessen Richtung mit derjenigen des Refractors genau parallel läuft und das zwar blos eine geringe Vergrößerung, dafür aber ein verhältnißmäßig viel größeres Gesichtsfeld, als der weit stärker vergrößernde Refractor besitzt. Sein Name schon zeigt an, zu welchem Zweck der Sucher bestimmt ist.

Ein sehr wichtiges Hilfsmittel der messenden Astronomie, durch welches die Fernröhre erst eigentlich zur Benutzung für astronomische Beobachtungen brauchbar werden, besteht in der Anwendung des Mikrometers, welches dazu dient, die scheinbaren Größen von himmlischen Gegenständen oder deren scheinbare Entfernungen (Distanzen) von einander ge-

nau zu bestimmen. Das Mikrometer wird, in verschiedener Art angefertigt, in dem gemeinschaftlichen Brennpunkte des Objectiv- und Ocular- oder Augenglases eines astronomischen Fernrohrs angebracht. Es giebt besonders folgende Mikrometer: Das Kreismikrometer, das Fadenmikrometer, das Quadratmikrometer, das Winkelmikrometer und das Differenzmikrometer, welche ich sämmtlich mit einigen Worten etwas näher andeuten werde. Vorher aber muß ich nochmals ausdrücklich erwähnen, daß, da in dem Brennpunkte des Fernrohrs, wie die Dioptrik lehrt, die Bilder der Gegenstände liegen, welche man beobachtet, man in diesem Orte des Fernrohrs verschiedene Vorrichtungen, gewöhnlich von feinen Fäden, angebracht hat, durch welche man die Größe dieser Gegenstände oder ihrer Entfernungen von einander genau messen kann. Alle diese Vorrichtungen nun sind unter dem Namen Mikrometer bekannt. Das einfachste aller Mikrometer ist das, das Gesichtsfeld begrenzende Diaphragma selbst, wenn es genau kreisförmig abgedreht ist. Bequemer für die Beobachtungen ist ein auf beiden Seiten kreisförmiger Ring, der nur etwas kleiner als die Oeffnung des Diaphragma's ist, und an diesem letztern durch zwei oder mehrere Metallplättchen befestigt wird. Da dieser kreisförmige Ring auch an der Fläche des Himmels einen Kreis abschneidet, und da die Sehnen, welche die durch diesen unverrückten Kreis gehenden Sterne beschreiben, alle senkrecht auf den Stundenkreis sind, der durch die Mitte des Feldes geht, so sieht man leicht, daß sich, wenn der Halbmesser des Kreises bekannt ist, aus den beobachteten Ein- und Austritten der Sterne die Differenzen ihrer Rectascensionen und Declinationen von einem der beobachteten Gestirne alsdann finden lassen. Mit diesem Kreismikrometer genannten Mikrometer lassen sich auch sehr bequem die

Sonnenflecken beobachten, die von den Astronomen bisher vielleicht zu sehr vernachläßigt wurden. — Eine zweite Art von Mikrometern besteht aus einem horizontalen und mehrern vertikalen Fäden, deren Ebene durch den Brennpunkt beider Gläser senkrecht auf die optische Axe des Fernrohrs geht. Gewöhnlich hat man diese Fadennetze oder Fadenmikrometer nur in solchen Instrumenten, die blos zu Beobachtungen in der Ebene des Meridians bestimmt sind, wo also die senkrechte Lage der Fäden durch die Bewegungen des Fernrohrs nicht gestört wird.

Die Ebene des Netzes muß aber durch den gemeinschaftlichen Brennpunkt der beiden Gläser gehen und bei der gehörigen Einrichtung des Fernrohrs der Gegenstand sowohl, welchen man dadurch betrachtet, als auch dieses Fadennetz selbst, beide zugleich am deutlichsten erscheinen. Die senkrechten Fäden müssen übrigens genau vertical sein. Die beobachteten Durchgänge der Sterne durch die verticalen Fäden dienen zugleich, die Distanz dieser Fäden von einander zu bestimmen. Gewöhnlich hat man eine ungerade Anzahl 3, 5 oder 7 dieser verticalen Fäden, und reducirt dann die Beobachtung an jedem Seitenfaden auf die des mittlern Fadens, wodurch man statt einer einfachen, gleichsam eine 3, 5 oder 7fache Beobachtung erhält, die also wegen der unvermeidlichen Fehler jeder einzelnen Beobachtung im Allgemeinen desto sicherer sein wird, je größer die Anzahl der einzelnen Beobachtungen ist. Es ist klar, daß ein solches Fadennetz, wenn seine Fäden senkrecht sind, und wenn der Mittelfaden in der Ebene des Meridians liegt, sehr bequem zur Bestimmung der Unterschiede der Rectascensionen der Gestirne ist, da die Differenzen der Zeiten der Durchgänge der Gestirne durch den mittlern Faden auch zugleich die Differenzen der Rectascensionen derselben sind. Um aber auch bei dieser Vorrichtung die Dif-

ferenzen der Declinationen beobachten zu können, bringt man noch zwei horizontale Fäden an, von welchen der eine durch die Mitte des Gesichtsfeldes senkrecht auf die verticalen Fäden befestigt ist, während der andere bewegliche mittels einer feinem Schraube sich parallel mit dem vorigen auf- und nieder bewegen läßt.

Außer diesem Schrauben- oder Fadenmikrometer giebt es noch mehrere andere Fadennetze, welche vorzüglich dazu bestimmt sind, die Differenzen der Rectascension und Declination außer dem Meridiane zu beobachten. Das einfachste und vorzüglichste derselben ist das wegen seiner Form so benannte Quadratmikrometer, welches der Astronom Burckhardt erfunden hat. Das von dem Kremsmünster'schen Astronomen Schwarzenbrunner angegebene Winkelmikrometer ist aus zwei Metallstreifen so construirt, daß dieselben einen Winkel von $22\frac{1}{2}$ Graden bilden, dessen Spitze im Rande des Gesichtsfeldes sich befindet. Diese Vorrichtung dient, wie das von v. Boguslawski erfundene, ähnliche Differenzmikrometer zur Bestimmung von Rectascensions- und Declinationsunterschieden der Gestirne in Bezug auf ein Gestirn, dessen Rectascension und Declination schon genau bekannt ist. Indessen muß ich Sie darauf aufmerksam machen, daß alle Arten von Fadenmikrometern bei Anstellung nächtlicher Beobachtungen einer Lampenbeleuchtung bedürfen, während das Kreismikrometer auch ohne eine solche vortheilhaft angewandt werden kann.

Das Heliometer, dieses schöne von Fraunhofer sehr vervollkommnete Instrnment, welches nicht blos zum Messen des scheinbaren Sonnendurchmessers (daher sein Name), sondern auch zu scharfer Messung kleiner, nur Secunden und deren Theile enthaltender Winkelgrößen am Himmel dient, besteht in der Hauptsache aus einem nicht zu kleinen Fernrohre, dessen Objectivglas, in zwei Hälften zerschnitten,

so in zwei Schiebern angebracht ist, daß man diese beiden Objectivhälften so weit von oder an einander mittels einer Schraubenvorrichtung bringen kann, bis die Bilder sich decken, um auf diese Weise die Messung auszuführen.

Mit diesem schönen, allerdings sehr zusammengesetzten und daher auch kostspieligen Meßwerkzeuge hat Bessel auf der Königsberger Sternwarte die äußerst geringen Veränderungen in den Abständen zweier, den Doppelstern No. 61 im Schwan bildenden kleinen Fixsterne zu messen, und hieraus die Parallaxe und die Entfernung dieses Doppelsterns von unserer Erde herzuleiten vermocht.

Ich komme nun zur dritten Hauptart von Instrumenten, nämlich zu den Uhren. Vor Erfindung der Räderuhren bediente man sich der Sonnenuhren, des Gnomons, der Sand- und Wasseruhren. Die Sonnenuhren, welche die wahre Sonnenzeit angeben, können aber natürlich nur bei Sonnenschein gebraucht werden; es giebt verschiedene Arten derselben, als: Aequatoreal-, Horizontal- und Verticalsonnenuhren; von den letztern giebt es wieder Morgen-, Mittag-, Abend- und Mitternacht-Sonnenuhren. Die Gnomonik, welche ein Theil der Astronomie ist, lehrt alle diese Arten nach gewissen Regeln rein geometrisch, d. h. graphisch anzufertigen. Uebrigens kann eine Sonnenuhr entweder eine feste oder eine tragbare sein. Ferner nennt man Gnomon eine aufgerichtete Säule oder eine andere im Großen ausgeführte Vorrichtung, verbunden mit einer entweder wirklich gezogenen oder blos angedeuteten Mittagslinie. Der Gnomon dient, die Zeit der Culmination der Sonne, mithin den wahren Mittag mittels des Schattens anzugeben, sobald es die Absicht ist, nicht jeden Augenblick zu wissen, welche wahre Sonnenzeit es eben ist. Die Alten gebrauchten spitze, auf ebenem und horizontalem Boden stehende Säulen. In Rom z. B. war zur Zeit des Kaisers

Augustus ein hoher Obelisk als Gnomon aufgerichtet. Obschon auch die Gnomone die Zeit nicht sehr scharf anzugeben vermögen, so gewähren sie, zumal wenn sie die z. B. von Kratzenstein und Bohnenberger vorgeschlagene Einrichtung besitzen, doch weit größere Genauigkeit, als die Sonnenuhren. Was ferner die Wasseruhren betrifft, so wurden dieselben zwar frühzeitig, aber nicht sehr allgemein benutzt; sie sind auch nicht sehr lange in Gebrauch geblieben. Sie gewährten natürlich nur geringe Zuverlässigkeit, und können blos als ein artiges mechanisches Spielwerk betrachtet werden. Besser sind die Sanduhren, die ebenfalls frühzeitig aufkamen, sich lange im Gebrauche erhalten haben, und noch hier und da angetroffen werden.

Erst mit der Erfindung der Räderuhren ward es möglich, stets, bei Tage oder bei Nacht die Zeit auf die möglichst bequemste Weise und unabhängig vom Sonnenschein weit zuverlässiger und bis auf Minuten, zuletzt sogar bis auf Secunden angeben zu lassen und erfahren zu können. Die erste vollständige, durch Räder und Gewichte im Gange erhaltene Uhr, deren Dasein uns bekannt geworden ist, wurde im 13. Jahrhundert von einem arabischen Künstler angefertigt auf Befehl des Sultans Saladeddin, der sie später dem deutschen Kaiser Friedrich I. zum Geschenk machte. Im 14. Jahrhundert finden sich schon mehrere Spuren unserer heutigen Uhren. Der Mönch Gerbert, nachheriger Papst Sylvester II., wird für den Erfinder der Schlaguhren gehalten. In jene Zeit fällt auch die Entstehung der eigentlichen Uhrmacherkunst. Man verfertigte später kleinere Uhren, um sie im Zimmer gebrauchen zu können, und endlich tragbare Uhren, d. h. die Taschenuhren. Die Erfindung derselben wird gewöhnlich dem Nürnberger Künstler Peter Hele (um das Jahr 1510) zugeschrieben. Aber an die Anwendung der Uhren bei astronomischen Beobach-

tungen konnte nur erst seit der zweiten Hälfte des 17. Jahrhunderts mittels Gebrauch des Pendels ernstlich gedacht werden.

Die Uhren, welche ausschließlich zu astronomischen Beobachtungen gebraucht werden, sind von zweierlei Art, nämlich solche, die beim Gebrauche feststehen, und solche, die auch, indem sie von einem Orte an den andern gebracht werden, ihren Gang ununterbrochen fortsetzen. An jenen, den Pendeluhren ist ein Pendel angebracht, das durch seine Schwingungen die Umlaufszeit der Zeiger bestimmt, und bei dem Anfange eines jeden Schwunges durch das Räderwerk, welches durch ein Gewicht in Bewegung gesetzt wird, ein kleine Beschleunigung erhält, welches das ersetzt, was es durch Reibnng und Widerstand der Luft verloren hat. Die tragbaren Uhren, genannt Chronometer, haben statt des Pendels eine Unruhe (Balancier), bei welcher eine Spiralfeder die Stelle der Schwere vertritt; das Räderwerk wird durch eine Feder in Bewegung gesetzt. Huyghens hat zuerst das Pendel an den festen, die Unruhe an den tragbaren Uhren angebracht, und noch jetzt hat man kein besseres Mittel gefunden, den Gang der Uhren gleichförmig zu machen. Die erstere Art von Uhren hat man früher schon zu einer sehr großen Vollkommenheit gebracht, als die letztere, die aber, nachdem Harrison die Bahn gebrochen, und Mudge ein neues Stoßwerk (echappement) erfunden hatte, jetzt auch in einer sehr großen Vollkommenheit verfertigt werden, so daß man eine Pendeluhr schon als gut ansehen kann, welche einen so gleichförmigen Gang hat, als die tragbaren Uhren von Dent, Jürgensen und Kessels. Das beste Stoßwerk zu den Pendeluhren ist der Graham'sche Haken, von dessen guter Ausarbeitung die Genauigkeit der Uhr vorzüglich abhängt. Das Räderwerk der Uhr muß man so einfach als möglich machen. Der Secundenzeiger

wird von der Axe des Steigrades, der Minutenzeiger von der Axe des Stundenrades getragen; die Stunden kann man auf die gewöhnliche Art von einem mit dem Minutenzeiger concentrischen Zeiger weisen lassen.

Der Gang der Pendeluhren hängt von der Dauer der Schwingungen des Pendels, folglich von der Länge derselben und von der Größe der Schwingungen ab. Ein Pendel, das Secunden schwingt, hat aber nicht an allen Orten der Erdoberfläche gleiche Länge, wie Richer zuerst entdeckte, der im Jahre 1672 zeigte, daß das Secundenpendel auf der Insel Cayenne um $1\frac{1}{4}$ Linien kürzer sei, als in Paris. Es folgt hieraus, daß die Schwere in der Gegend des Aequators geringer sei, als in Europa. Diese Annahme der Schwere gegen den Aequator hin kommt theils von der, durch die Umdrehung der Erde um ihre Axe erzeugten Schwungkraft, theils von ihrer gegen die Pole zusammengedrückten Gestalt her. — Gewöhnlich besteht das Gewicht des Uhrpendels aus einer Linse, die man an der Pendelstange auf und nieder schrauben kann, um dadurch den Gang der Uhr geschwinder oder langsamer zu machen.

Die Aufhängung des Pendels gehört mit zu den schwierigsten Bedingungen, die der Künstler mit zu erfüllen hat. Denn von der Art dieser Aufhängung wird, da hierbei alle Reibung so viel als möglich vermieden werden muß, der Gang des Pendels abhängen. Nun giebt es für die feinern Uhrpendel zwei besondere Aufhängungsarten, nämlich die auf einer Messerschneide oder an dem Stücke einer Uhrfeder, welche letztere vorgezogen wird. Ich habe vorhin erwähnt, daß nur für eine und dieselbe Länge des Pendels alle Schwingungen desselben von nämlicher gleicher Dauer sind. Diesem Satze zufolge muß also die Länge des physischen Pendels unveränderlich sein und bleiben. Da aber alle Körper, besonders die Metalle, von der Tempe-

ratur afficirt werden, so muß auch die Länge jeder metallenen Pendelstange durch die Temperatur-Aenderungen eine andere werden, mithin die Geschwindigkeit der Schwingungen anders ausfallen und dadurch auch der Gang der Uhr sich ändern. Deshalb hat man frühzeitig die unter dem Namen Compensation bekannte Vorrichtung in verschiedener Art am Pendel angebracht, um dadurch die durch die Wirkungen der Ausdehnung gestörte Gleichheit der Schwingungen (Isochronismus) wieder herzustellen. Es giebt vorzüglich 4 Arten von Compensationen: 1) das Quecksilberpendel; 2) das Rostpendel; 3) das Pendel mit Hebelwerk und 4) das Pendel mit thermometrischen Federn.

Für das gewöhnliche Geschäftsleben sind Uhren mit Pendelstangen aus geradfasrigen Tannenholze genau genug; nur muß man das Tannenholz wegen der Fruchtigkeit erst in Oel stark gekocht, oder, nachdem es im Ofen getrocknet worden war, mehrere Mal mit Firniß überzogen haben. In der praktischen Astronomie hingegen sind Uhren mit solchen hölzernen Pendelstangen nur als Secundenzähler zu gebrauchen, obschon nach Kater's sehr entscheidendem Urtheile Holz, zumal wenn mit ihm eine Compensation durch Zink verbunden wird, die beste Substanz, die man zu Pendeln verwenden kann, sein soll, sobald es nur möglich wäre, es gegen den Einfluß der Feuchtigkeit völlig sicher zu schützen.

Die Verfertigung der tragbaren Uhren ist leicht begreiflich noch größern Schwierigkeiten, als die der Pendeluhren unterworfen. Denn die Feder und das Räderwerk allein können noch keine gleichförmig gehende Taschenuhr abgeben, weshalb die regulirende Kraft hinzukommen muß, die jedoch nicht wie bei den Gewichtuhren in einem Pendel, sondern in einer Spiralfeder bestehen kann, welche von gehöriger

Länge und wegen des Rostens am besten aus stark gehämmerten Golde verfertigt sein muß. Das eine Ende derselben ist an dem Gestelle, das andere mit der sogenannten Unruhe verbunden, die als ein Rad von Metall ohne Zähne zu betrachten ist, durch dessen Centrum die Spindel gehet, welche zwei schmale Flügel hat, Spindellappen genannt. Die Größe dieser Unruhe muß das gewöhnliche Verhältniß ziemlich bedeutend übertreffen, damit die Unruhe große und kräftige Schwingungen zu machen fähig ist, vom Räderwerk aber gerade nur den Impuls erhalte, welcher zur Fortsetzung der durch Reibung, so wie durch Widerstand der Luft geschwächten Bewegung erforderlich ist. Auch pflegt man die Schwere der Unruhe durch zwei kleine, an den festen Enden der beiden Bogen der Unruhe befindliche, cylinderförmige Gewichte von Gold zu vermehren, die mittels einer feinen Schraube dem Mittelpunkte beliebig näher gebracht werden können, um dadurch das Chronometer, ohne Beziehung auf den Wechsel der Temperatur, zu reguliren. — Die erwähnten Spindellappen bilden unter sich einen beinahe rechten Winkel und greifen, wie ich schon erwähnt habe, wechselsweise in die Zähne des Steigrades ein. Man versteht dann unter der Hemmung (echappement, Auslösung) die Spiralfeder mit der Unruhe und ihrer Spindel. Dieses Echappement muß so eingerichtet sein, daß die Hauptfeder nur durch das Intermedium freischwebender Hebel der Unruhe einen augenblicklichen Anstoß zur Fortsetzung ihrer Bewegung mittheilen kann, und die Unruhe den größten Theil der Zeit hindurch vom Werke selbst gar nicht abhängt. Da ferner im Allgemeinen die Schwingungen desto länger dauern, d. h. die Uhr desto langsamer gehen wird, je länger die Spirale ausfällt, so hat man, um die Länge der Spirale nach Erfordern zu verändern, noch die sogenannte Richtscheibe angebracht. Diese ist

ein Rad, das unter dem Umfange der Unruhe in einen Bogen mit Zähnen eingreift, welcher Bogen auf einem Arme zwei Stifte hat, zwischen denen die Spirale eingeklemmt ist. Dreht man jetzt mit dem dazu passenden Uhrschlüssel die Richtscheibe, so werden die zwei gedachten Stifte vor- oder rückwärts geschoben, wodurch die Spirale selbst sich verlängert oder verkürzt; denn der Theil der Spirale hinter den Stiften kann, als nicht schwingend, offenbar als wirkungslos betrachtet werden. Ferner ist, da die Spiralfeder als der eigentliche Regulator einer Taschenuhr betrachtet werden kann, leicht einzusehen, daß sie bei den astronomischen Taschenuhren eben so, wie bei den Gewichtuhren das Pendel, wegen des Einflusses der Temperatur eine Art von Compensation erhalten müsse.

Hinsichtlich des Zweckes und der äußern Einrichtung der Chronometer giebt es zwei Arten:

1) Das Taschenchronometer (Pocket-Chronometer) ist in Form und Größe den Taschenuhren ziemlich gleich, kann also zwar, wie diese, auch in der Tasche getragen werden, doch muß man es dabei vor starken und plötzlichen Erschütterungen sehr in Acht nehmen und des Nachts in einem Kästchen in senkrechter Lage aufbewahren.

2) Das Boxchronometer oder die Seeuhr (Box-Chronometer), gewöhnlich größer als das erstere, befindet sich in einem genugsam weiten Kästchen von Holz, und zwar, wie der Compaß, in zwei Ringen horizontal schwebend, damit es, der starken Schwankungen des Schiffes ungeachtet, stets möglichst unerschüttert bleibe.

Endlich erfordert die große Wichtigkeit dieser Gegenstände, nämlich der astronomischen Pendeluhren und der Chronometer (Timekeeper), auch noch die sorgfältige Berücksichtigung der Reibung. Diese muß nämlich bei jeder guten Uhr möglichst mittels Oel vermieden werden.

Nachdem ich Ihnen in meinem heutigen Vortrage das Hauptsächlichste von den astronomischen Beobachtungswerkzeugen mitgetheilt und zu erklären versucht habe, muß ich schließlich bemerken, daß die Anwendung der Instrumente und die astronomische Beobachtungskunst nicht so leicht ist, als wie es auf den ersten Blick der Fall zu sein scheint. Aber dafür gewährt auch die beobachtende, wie die rechnende Astronomie, ein hohes edles Vergnügen, verbunden mit dem Gewinne nützlicher Resultate für die Wissenschaft.

Wenn manche von Ihnen ein besonderes Interesse haben sollten, die vorzüglichsten astronomischen Instrumente und Uhren durch ausführlichere Beschreibungen, erläutert durch gute Abbildungen, noch näher kennen zu lernen, als ich dies hier zu bewirken im Stande gewesen bin, so erlaube ich mir, Sie auf Sanitsch Praktische Astronomie, so wie auf mein eigenes Werk mit gleichem Titel aufmerksam zu machen und dabei zu erwähnen, daß in diesen und in ähnlichen denselben Gegenstand ausführlich behandelnden Schriften zugleich auch die Anleitung zum Anstellen nnd Berechnen astronomischer Beobachtungen anzutreffen sind.

Siebenundzwanzigster Vortrag.

Geschichte der Astronomie. — Nutzen dieser Wissenschaft.

Geehrteste Zuhörer! Nachdem Sie, wie ich mit Freude bemerkt, die von mir über die Astronomie gehaltenen 26 Vorträge mit Aufmerksamkeit und Interesse angehört haben, erlaube ich mir heute am Schlusse dieser Vorträge, Ihnen nicht blos einen historischen Rückblick auf die Entstehung, den Fortgang und die allmälige Ausbildung der Astronomie zu geben, sondern auch den großen Nutzen anzudeuten, den diese Wissenschaft in materieller und geistiger Beziehung gewährt, so wie das kurz zu erwähnen, was die Astronomen der Jetztzeit und der Zukunft noch zu thun und zu erforschen haben.

Der Ursprung der Astronomie, welche wohl die älteste der Naturwissenschaften ist, verliert sich in die dunkelsten Zeiten der Völkergeschichte. Wenn das Schauspiel des funkelnden Firmaments die Aufmerksamkeit der ersten Menschen erregte, und die von den Bewohnern der, durch die Reinheit ihrer Luft begünstigten, orientalischen Länder häufig angestellte Betrachtung des gestirnten Himmels zur Wißbegierde aufforderte, so mußte dort die Sternkunde wegen ihrer Anwendungen auf die Bedürfnisse des Lebens ihren Anfang nehmen und betrieben werden. Zuerst stellte sich das Bedürfniß der Kenntniß der Zeit und ihrer Abmessung heraus, und dieses wichtigste aller Bedürfnisse für die Beschäftigungen der Menschen konnte nur durch die Beobachtung der Sonne und des Sternenhimmels sicher befriedigt werden Die ältesten Beobachtungen nun, welche von einigen astronomischen Kenntnissen zeugen, finden sich bei den Chinesen. Sie kannten den Gnomon, und ihre Jahrbücher erwähnen einige Sonnen- und Mondfinsternisse, die vor mehr als

2000 Jahren vor Christi Geburt stattgefunden haben. Nach des Franzosen Montucla's Berechnungen haben die Chinesen im Jahre 2460 vor Christi Geburt eine große Zusammenkunft der Planeten Saturn, Jupiter, Mars, Merkur und des Mondes, so wie 305 Jahre später eine Sonnenfinsterniß beobachtet. — Die Indier und Egyptier werden wohl nicht viel später angefangen haben, sich mit den Sternen zu beschäftigen. Die astronomischen Tafeln der Indier, die sich auf die Beobachtungen einer, angeblich im Jahre 3102 vor Christi Geburt stattgefundenen, allgemeinen Conjunction aller damals bekannten Planeten gründen, zeigen, obschon die Rechnungen der jetzigen Astronomen diese allgemeine Conjunction nicht bestätigt haben, doch wenigstens, daß die indischen Priester verpflichtet waren, die Gestirne fleißig zu beobachten. Eben so ist das Alter der astronomischen Kenntnisse und die richtige Zeitmessung der Egyptier zwar ziemlich gewiß, allein dennoch ist der Ursprung und Zustand der Sternkunde bei diesem Volke noch in Finsterniß gehüllt. Ihre zahlreichen mit allegorischen Sinnbildern verzierten Denkmäler schienen Aufschluß geben zu müssen. Allein wenn auch die vollkommene Orientirung und die Größe ihrer Pyramiden die Genauigkeit der egyptischen Beobachtungen und Messungen beweisen, so berichten dennoch ihre unvollkommnen Thierkreise nichts, was auf ein ungemein hohes Alter der egyptischen Astronomie hindeuten könnte; namentlich muß der berühmt gewordene Thierkreis von Denderah von neuerem Ursprunge sein.

Man hat sich wegen Auffindung der ersten sichern Spuren von Astronomie zu den Chaldäern 800 Jahre vor Christi Geburt zu wenden. Man findet bei ihnen die genaue Beobachtung mehrerer Mondfinsternisse. Allein leider sind diese schwachen Ueberreste gleichfalls noch in Dunkelheiten gehüllt, welche auf die Sage eines ältern, mehr un-

terrichten Volkes sich stützen, das die Erde lange zuvor, ehe der Mond ihr treuer Trabant ward, bewohnt haben mag. Die Chaldäer selbst verwahrten später, als Priestergeschlecht der Babylonier, ihre erlangten Kenntnisse der Natur als heiliges Geheimniß und als Privatbesitz ihres Stammes. Aber sie waren es auch, die zugleich den Grund zur Astrologie oder Sterndeuterei legten. Die Griechen dagegen fingen zuerst an, den gestirnten Himmel auf eine wissenschaftliche Art und Weise zu betrachten. Sie waren Schüler der Egyptier und Chaldäer, und ihre Beobachtungen setzen uns in Erstaunen, da sie genauer Uhren und fast aller bessern Instrumente der spätern Zeit entbehrten. Aber den wahren Zustand ihrer Sternkunde verhüllen zum großen Theil dieselben Fabeln, welche die älteste Geschichte der Griechen einschließen. Die ihrer Natur nach im Allgemeinen ungeduldigen Griechen konnten sich überdies der Langsamkeit der, auf die Erfahrung allein begründeten Methoden nicht unterwerfen. Denn statt die Natur zu fragen, um von den Wirkungen sicher auf deren Ursachen zu schließen, wollten sie blos stets die Gesetze des Weltalls errathen, und weil sie dies natürlich nicht vermochten, so schufen sie sich dieselben. Noch bis zu der, durch den egyptischen König Ptolemäus begründeten und beschützten, Schule zu Alexandrien hegten die griechischen Weltweisen nichts als kühne Muthmaßungen, bestehend aus philosophischen Träumereien und einigen zufällig gefundenen, mit richtigen Begriffen vermischten Vermuthungen. Anaximander führte den Gnomon in Griechenland ein. Pythagoras und seine Schüler sollen zuerst die Bewegung der Erde um die Sonne angenommen und gelehrt, und Thales (geb. 632 vor Christi Geburt) es verstanden haben, Sonnen- und Mondfinsternisse voraus zu sagen. Ferner verbesserten Meton und Kalippus die Chronologie oder Zeitrechnung.

Bald nachher, unter der Herrschaft der Ptolemäer in Egypten, nahm die Sternkunde einen neuen Aufschwung. Ich erwähne besonders Aristillus und Tymocharis (300 Jahre vor Christi Geburt), welche das erste Sternverzeichniß entwarfen, das später von Aristarch aus Samos verbessert wurde. Dieser lehrte, gleich dem Pythagoras, (281 vor Christi Geburt) die Bewegung der Erde um die Sonne, und sein Schüler Eratosthenes, welcher die Armillarsphären zu Alexandrien anfertigte, machte den Versuch, die Größe der Erde zu bestimmen. Leider nützt uns sein Ergebniß nichts, da man nicht weiß, welches Maaß Eratosthenes gebraucht hat. Aristarch erfand ein sinnreiches Mittel, die Entfernungen der Sonne und des Mondes von der Erde zu messen. Durch Hipparch von Rhodus wurde gegen das Jahr 160 vor Christi Geburt der Ruhm der alexandrinischen Schule sehr hoch gesteigert. Hipparch erkannte zuerst die unregelmäßige Bewegung der Sonne und behauptete sogar, daß die Erde keineswegs im Mittelpunkte der kreisförmigen Sonnenbahn stehe. Auch entgingen seinen Beobachtungen die großen Ungleichheiten der Bewegungen des Mondes nicht. Bewundernswerth ist ferner des Hipparch's Bestimmung der Länge des Jahres, die nur um zwei Minuten falsch ist, und sein Versuch, die Lage von Orten auf der Erde mittels Länge und Breite zu bestimmen. Er fand auch bei der Vergleichung seiner Fixstern-Beobachtungen mit denen des Timocharis, daß die Fixsterne in Bezug auf die Nachtgleichenpunkte langsam von Westen nach Osten fortrücken; ihm gebührt also die Entdeckung der Präcession der Nachtgleichen, von welcher ich im vierundzwanzigsten Vortrage gesprochen habe. Plinius sagt von Hipparch: „Er wagte es, von der Bewegung der Fixsterne überzeugt, der Nachwelt durch eine der Götter würdige Unternehmung das Verzeichniß des Himmels zu übergeben und

davon alle Theile mit Instrumenten von seiner Erfindung zu bestimmen, mittels welcher er die Oerter und Größen der Sterne angab. Dadurch verschaffte Hipparch die Mittel, in Zukunft zu bemerken, ob die Sterne verschwinden und wieder erscheinen könnten; ob sie hinsichtlich der Lage, des Lichtes und der Größe veränderlich wären, so wie er gleichfalls den Himmel denjenigen, die ihn zu benutzen würdig sein würden, als ein Erbthum hinterließ". Sein Sternkatalog, von welchem Plinius spricht, enthält 1022 Sterne. Zwar ist derselbe nebst den übrigen Schriften Hipparch's verloren gegangen; allein Ptolemäus, der letzte griechische Astronom von Bedeutung, hat davon das Wichtigste in seinem Werke „Almagest" aufbewahrt. Dieses Buch, in welchem Ptolemäus zuerst die astronomischen Kenntnisse seiner Zeit systematisch geordnet hat, ist Jahrhunderte hindurch das Hauptlehrbuch der Sternkunde, namentlich bei den Arabern gewesen. Bekannt genug ist das Ptolemäische Weltsystem, und obgleich dasselbe jetzt gänzlich verworfen ist, so darf man doch nicht vergessen, wie sinnreich die Erfindung und Anwendung der Epicykel war, mittels welcher Ptolemäus die scheinbaren Ungleichheiten in den planetarischen Bewegungen zu erklären versuchte. Nur eine große, sonst in den Wissenschaften ausgezeichnete Nation, die Römer, kümmerten sich, mit Ausnahme einiger ihrer Philosophen, gar nicht um Astronomie; blos Julius Cäsar erwarb sich das Verdienst, mit Hilfe des egyptischen Mathematikers Sosigenes den nach ihm benannten Julianischen Kalender zu begründen und einzuführen, da die unwissenden römischen Priester die Besorgung des Kalenders vernachlässigten und ihr Volk dafür in den astrologischen Träumereien bestärkten und erhielten. Ich erwähnte vorhin die Araber; ihre Gelehrten und selbst einige ihrer wissenschaftlich gebildeten Kalifen im 8. und 9. Jahrhundert vor Christi Geburt haben

den Sinn für eigentliche Astronomie, während diese Wissenschaft in der christlichen Welt ganz in Vergessenheit und Verfall gerathen war, ungemein gefördert; ich erinnere nur an die astronomisch gelehrten Kalifen Al-Mansor, Al-Raschid und Al-Mamum. Letzterer bestimmte die Schiefe der Ekliptik zu 23° 35′ und ließ einen Grad der Erde am Ufer des rothen Meeres in der Ebene von Singar messen. Die Astrognosie besonders ward von den Arabern sehr cultivirt, wie eine Menge arabischer Sternnamen, die noch jetzt im Gebrauche sind, bezeugen. Albategnius, Fürst von Syrien, um das Jahr 880 zu Racha residirend, verbesserte die astronomischen Tafeln des Ptolemäus und schrieb das Buch von der Kenntniß der Fixsterne.

Nur erst, nachdem am Anfange des 13. Jahrhunderts Kaiser Friedrich II. lebte, welcher ein großer Freund der Sternkunde war, fingen im christlichen Abendlande die Wissenschaften an, sich wieder etwas zu heben. Friedrich II. veranlaßte die erste lateinische Uebersetzung des Almagest und anderer wichtigen Werke des Alterthums. Zu jener Zeit beschäftigte sich der englische Mönch Roger Bacon nicht unrühmlich mit astronomischen Arbeiten, besonders mit der Verbesserung des Kalenders. Auch wurden die Fortschritte der Astronomie durch den castilianischen König Alphons X. sehr begünstigt, indem dieser im Jahre 1240 die berühmtesten Astronomen Europa's zu einem Congresse in Toledo berief; die alphonsinischen Tafeln waren eine Folge dieses astronomischen Congresses. Die ersten deutschen Astronomen Purbach und Regiomontanus wirkten, jener von 1421 bis 1461, dieser von 1436 bis 1476 wesentlich für die Sternkunde. Regiomontan berechnete genaue astronomische Ephemeriden auf 30 Jahre voraus, und Johannes de Gamundia trat als der erste Verfertiger von Kalendern auf.

Mit Copernicus jedoch begann nun die neuere, eigentliche Astronomie, indem dieser große Mann nicht blos wie einige der Alten die Bewegung der Erde behauptete, sondern auch durch klare Gründe bewies. Sein nach ihm benanntes Weltsystem wird so lange gelten, als die Rechte der Natur und die Wahrheit ihre Herrschaft behaupten. Von seinen Gegnern ist nur Tycho de Brahe als der ansehnlichste zu nennen, welcher um seiner Eitelkeit und den Satzungen der römisch-katholischen Kirche möglichst zu genügen, ein anderes jedoch falsches Weltsystem aufgestellt, das natürlich sein Ansehen bald wieder verlor. Dagegen besteht Tycho's wahrer Ruhm in seinen, mit einer bis dahin nicht gekannten Genauigkeit angestellten zahlreichen Beobachtungen. Der bekanntlich durch die römische Inquisition zur Abschwörung des Copernicanischen Weltsystems gezwungene, berühmte Physiker Galilei (gest. 1642) führte zuerst den Gebrauch des um das Jahr 1608 in Holland erfundenen Fernrohrs, mit welchem er die Mondgebirge, die Jupitersmonde, die Phasen der Venus, die Sonnenflecken u. s. w. entdeckte, in die Astronomie ein und fand die so wichtig gewordenen Gesetze des freien Falles der Körper. Sein großer Zeitgenosse Johann Kepler benutzte Tycho's zahlreiche treffliche Beobachtungen zur Anstellung theoretischer Untersuchungen, und gelangte so zur Entdeckung jener drei nach ihm benannten Gesetze des Planetenlaufes, welche ihn unsterblich gemacht haben. Kepler berechnete auch die ersten, nach dem Copernicanischen Systeme berechneten Rudolphinischen Tafeln. Der berühmte holländische Mathematiker und Physiker Huyghens bereicherte die astronomische Beobachtungskunst durch die Anwendung des Pendels an den Uhren, entdeckte den vierten Saturnstrabanten, und erklärte zuerst die sonderbaren Erscheinungen des Saturn mit seinem Ringe richtig und vollständig. Zu jener Zeit

entwarf der Danziger Rathsherr Johann Hevel (Hevelke) seine Selenographie und Machina coelestis, führte auch mehrere neue Sternbilder am Himmel ein. — Aber alle bisherigen Astronomen, Kepler ausgenommen, verschwanden gleichsam, als der Engländer Isaak Newton (geb. 1642, gestorb. 1727) die Natur zu studiren begann; Newton, gleich groß als Mathematiker, Physiker und Astronom, begründete durch seine zahlreichen und höchst trefflichen, in dem unsterblichen Werke Philosophiae naturalis principia mathematica niedergelegten, Entdeckungen, nunmehr eine ganz neue Epoche in der Optik, Mechanik und Astronomie. Denn Newton ist es, welcher das Gesetz der allgemeinen Schwere gefunden hat, auf welchem Gesetz die ganze heutige Astronomie als Wissenschaft beruhet. Newton ist auch der Erfinder des nach ihm benannten Spiegelteleskops. Seine würdigen Zeitgenossen Cassini (geb. 1625 zu Nizza), Halley und Flammsteed sind als gute Beobachter des gestirnten Himmels nicht unerwähnt zu lassen. Der dänische Astronom Olaus Römer endlich entdeckte in Folge seiner Beobachtungen der Jupiterstrabanten-Verfinsterungen die Geschwindigkeit des Lichtes, und lehrte den Gebrauch des Passageninstruments.

Die weitere Ausbildung des Newton'schen Systems blieb den größten Mathematikern Euler, Clairaut und d'Alembert des 18. Jahrhunderts überlassen. Da Newton theoretisch gezeigt, daß die Erde an den Polen abgeplattet sein müsse, so stellten (zur Bestätigung durch die Erfahrung) Condamine und Bouguer (der Erfinder des Heliometers) in Peru, Maupertuis in Lappland Gradmessungen an, nachdem bereits in der zweiten Hälfte des 17. Jahrhunderts Picard einen Bogen des Meridians bei Amiens gemessen hatte. Ueberhaupt blieb die beobachtende Astronomie damals nicht ganz hinter der theoretischen zu-

rück. Sie erhielt ein sehr wichtiges Hilfsmittel von John Dollond (gest. 1762), indem dieser das von Newton für unmöglich gehaltene achromatische Fernrohr erfand, während James Bradley, einer der trefflichsten und fleißigsten Beobachter, die je gelebt haben, die Aberration und Nutation entdeckte, Lacaille aber nach dem Vorgebirge der guten Hoffnung ging, um den südlichen Sternenhimmel genau zu durchmustern. Um dieselbe Zeit wirkte der treffliche Tobias Mayer (geb. 1723) in Göttingen, der die ersten Mondtafeln entwarf, welche nicht über eine Minute falsch befunden wurden. Obschon der englische Künstler Short noch vor Dollond sich viele Mühe gegeben hatte, das Newton'sche Spiegelteleskop zur möglichsten Vollkommenheit zu bringen, so gelang dies doch erst viel später dem, nach England gegangnen Deutschen Wilhelm Herschel in einem bis dahin nie gekannten Grade. Dieser geschickte und fleißige Beobachter, Entdecker des Uranus, vieler Nebelflecke und Sternhaufen, brachte 7 bis 20füßige Spiegelteleskope und sogar ein 40füßiges dergleichen zu Stande, welchem Instrumente nur die Spiegelteleskope Schröter's in Lilienthal zur Seite gestellt werden konnten. In Frankreich dagegen beschäftigten sich nahe um dieselbe Zeit, also in den letzten 20 Jahren des vorigen Jahrhunderts, Lagrange und besonders Laplace dessen unglücklicher Freund Bailly, der geistreiche Verfasser einer Geschichte der alten Astronomie, 1793 guillotinirt wurde, umfänglich und gründlich mit der genauen Bestimmung der planetarischen Störungen und der Bewegung des Mondes nach dem Newton'schen Gravitationsgesetze; eine herliche Frucht hiervon war die Mécanique céleste von Laplace, so wie daß seitdem neue Sonnen-, Mond- und Planetentafeln von einem Delambre, Bürg, Burckhardt (gest. 1828), Damoiseau, Bouvard, v. Lindenau, Carlini und

Hansen entworfen werden konnten, Tafeln, die eine bisher unerreichte Genauigkeit besitzen und zum größten Theil noch angewandt werden. Auch wurde gegen den Ausgang des 18. Jahrhunderts, bis nach Anfang des gegenwärtigen, die von dem Pariser Nationalconvente befohlene großartige Gradmessung in Frankreich von Barcellona bis Dünkirchen durch Mechain und Delambre ausgeführt, nicht blos um die Größe und Abplattung der Erde auf's genaueste kennen zu lernen, sondern auch um ein neues allgemeines und unveränderliches Maaßsystem zu begründen

Das gegenwärtige Jahrhundert begann für die Astronomie sehr glänzend mit den Entdeckungen der Planeten Ceres, Pallas, Juno und Vesta durch Piazzi, der den ersten neuern sehr genauen Fixsternkatalog auf eigene treffliche Beobachtungen begründet, durch Olbers, welcher sich besonders um Theorie und Beobachtung der Kometen, wie noch kein Astronom vor ihm verdient machte, und durch Harding, der einen trefflichen Himmelsatlas entwarf. Lalande in Paris beschenkte die Beobachter mit seinem überaus reichen, die Histoire céleste genannten Fixsternverzeichnisse und schrieb sein ausgezeichnetes Lehrbuch der Astronomie, den damaligen Leitfaden für Astronomen von Fach; Bode in Berlin endlich verschaffte, durch seine sehr bekannte Anleitung zur Kenntniß des gestirnten Himmels und durch seine Sterncharten, der Astronomie einen größern Eingang zu den gebildeten Ständen; auch ist er der Begründer und Herausgeber des Berliner astronomischen Jahrbuches seit 1777, das sein Nachfolger Encke im J. 1830 wesentlich vervollkommnete und erweiterte. Die Entdeckungen der vier neuen Planeten aber gaben dem ersten deutschen Geometer unserer Zeit, Gauß in Göttingen, die Veranlassung zur Herausgabe seines classischen Werkes über die Berechnung der Bahnen entdeckter Planeten, während

Olbers schon mehrere Jahre früher die erste praktische Methode zur Bestimmung der Bahnen neuer Kometen gegeben hatte. Olbers selbst, Mechain und ganz vorzüglich Pons in Marseille, entdeckten fast alle Jahre neue Kometen, nachdem Pingré bereits in der zweiten Hälfte des vorigen Jahrhunderts viele Kometen berechnet hatte. So hob sich die Astronomie seit Anfang dieses Jahrhunderts auf eine bewundernswerthe Höhe, zumal auch die Beobachtungswerkzeuge immer mehr vervollkommnet wurden. Denn der unbehilfliche Mauerquadrant mußte den bequemern, weit größere Genauigkeit gewährenden ganzen Kreisen der großen englischen Mechaniker Ramsden und Troughton weichen, denen, besonders seit dem Jahre 1812, Reichenbach's treffliche Multiplications- und Meridiankreise, Passageninstrumente u. s. w. folgten. Bald nachher kam Fraunhofer mit seinen größern achromatischen Fernrohren und Heliometern, die Alles, was bisher blos Engländer und Franzosen in der praktischen Optik geleistet hatten, an optischer Kraft und Reinheit gänzlich hinter sich ließen. Bohnenberger und v. Zach endlich erwarben sich um die mathematische Geographie durch eine erweiterte Anwendung des, nun gleichfalls vervollkommneten Spiegelsextanten nicht geringe Verdienste. Aber als erster, zugleich theoretischer und praktischer Astronom, der ungemein thätig in allen Theilen seiner Wissenschaft wirkte, in der Zeit von 1811 bis 1846 ist unbedingt Bessel in Königsberg zu betrachten, der mit seinen nicht minder ausgezeichneten, sehr fleißigen Zeitgenossen Schumacher, v. Struve, Brandes, Argelander, John Herschel, Mädler, Wurm, Rümker, von Littrow, Nicolai, Carlini, Santini, Airy, Arago, Encke u. a. die Astronomie erweitert, bereichert und zu einer Höhe der Vollendung gebracht hat, deren sich keine andere menschliche Erkenntniß rühmen kann. Schumacher begründete 1821

seine Astronomischen Nachrichten, welche Zeitschrift seitdem der Centralpunkt streng wissenschaftlicher Arbeiten vieler Astronomen, das beste Organ für die Astronomie geworden ist. v. Struve widmete den Doppelsternen vieljährigen Fleiß, und als köstliche Frucht davon erschien 1837 sein großer Catalog der Doppelsterne; Mädler und Beer brachten dem astronomischen Publikum ihre werthvolle Mondcharte und ausführliche Selenographie; Encke beschäftigte sich anhaltend mit den nach ihm genannten, berühmten Kometen, der ihn zur Entdeckung eines Widerstandes des Aethers führte; Wurm machte die zahlreichsten Bestimmungen geographischer Längen, und Rümker brachte durch seine enorme Thätigkeit im Beobachten die Hamburger Sternwarte in einen ehrenvollen Ruf. Airy und Möbius behandelten die Mechanik des Himmels auf eine ganz neue höchst sinnreiche Weise, John Herschel beobachtete mit seinem trefflichen Teleskop auf dem Vorgebirge der guten Hoffnung die Gestirne des südlichen Himmels, und Littrow fuhr fort, durch seine Schriften, wie einst Bode, für die weitere Verbreitung astronomischer Kenntnisse in Deutschland thätig zuwirken. Seit den letzten funfzig Jahren waren nun auch nach und nach neue, zweckmäßiger eingerichtete und vollständiger ausgerüstete Sternwarten, namentlich zu Seeberg, Göttingen, Königsberg, Altona, Hamburg, Helsingfors, Dorpat, Berlin, München, Bonn, Pulkowa u. s. w. entstanden, denen in neuester Zeit die Observatorien in andern Erdtheilen wie z. B. zu Madras, Paramatta, Washington, gefolgt sind. Alle diese Institute wurden zum größten Theil mit Instrumenten der neuern berühmt gewordenen Künstler Merz, Mahler, Dent, Kessels, Pistor, Martins, Oertling, Rapsold, Plößl, Ertel, Greiner u. a. m. ausgerüstet. Plößl lieferte die ersten dialytischen Fernröhre, Dent erfand das Dipleidoskop, Pistor und Martins fertig-

ten die von ihnen erfundenen, schönen Patent-Spiegelkreise für die Marine, die Gebrüder Repsold treffliche Meridiankreise und Mittagsfernröhre für russische Sternwarten, Merz und Mahler großartige Aequatoreale für Pulkowa und Cambridge.

Endlich, was die neueste Zeit, von 1845 bis 1851, betrifft, so wird dieselbe durch die Großartigkeit und Menge der während derselben als Folgen der Berliner akademischen Sternoharten geschehenen Entdeckungen von 11 Planeten zwischen Mars und Jupiter, eines 8. Saturnmondes u. s. w. so wie des transuranischen Planeten durch Le Verrier und Galle, einen höchst berühmten Abschnitt in der Geschichte der Astronomie für immer bilden! Von Berlin aus begann ein Stern erster Größe am wissenschaftlichen Himmel, der Kosmos des Alexander v. Humboldt weit in die literarische Welt zu leuchten In England und Irland wurden neue große Spiegelteleskope gefertigt und aufgestellt, mit welchen Lassell und Lord Rosse neue bewundernswürdige Entdeckungen in der Planeten- und Fixsternwelt machten, die zum Theil noch gar nicht bekannt geworden sind. Die nordamerikanische Regierung rüstete eine große Expedition unter Direction des Lieut. Gilliß nach Chile aus, um daselbst nach Gerling's Vorschlage Beobachtungen behufs einer neuen Bestimmung der Sonnenparallaxe anstellen zu lassen. Fleißige Entdecker von Kometen und Berechner der Bahnen derselben wurden die talentvollen Astronomen d'Arrest, Brorsen, Mauvais, Petersen, Schweizer u. a., während Hencke, Hind, Graham und de Gasparis sich als glückliche Planeten-Entdecker auszeichneten. Selbst Frauen, wie Rümkers Gemahlin in Hamburg und Maria Mitchel in Nantoucket, befleißigten sich des Aufsuchens von Kometen. Fortdauernd herrscht also eine rege, fruchtbare Thätigkeit im

ganzen Gebiete der Astronomie! Möge sie zum Heil der Wissenschaft nie unterbrochen werden!

Die Frage, welchen materiellen Nutzen gewährt die Astronomie, wird nun, sobald man die Geschichte dieser Wissenschaft und ihren wesentlichen Inhalt auch nur im Allgemeinen kennen gelernt hat, nicht schwer zu beantworten sein. Zuerst würde es ohne Astronomie, die allein zur Erfindung der Sonnenuhren führen konnte, keine richtige Zeiteintheilung und zuverlässige Zeitabmessung geben; Chronologie oder Zeitrechnung als Wissenschaft wäre nicht denkbar. Wie würde es wohl mit unsern Uhren und Kalendern stehen, wenn die Astronomen jene nicht berichtigten und diese unbesorgt ließen? Welche Verwirrungen würden für das öffentliche und Privatleben entstehen müssen, wenn keine Kalender und Uhren existirten, da doch die Zeit, welche durch beide abgemessen wird, es ist, nach welcher wir unsere Geschäfte reguliren und alle Ereignisse im menschlichen Leben abmessen! Ferner wäre eine, auf genaue Land- und Seecharten gegründete, Erdbeschreibung oder mathematische Geographie ganz unmöglich; denn blos der Astronom kann durch seine Arbeiten die genaue und zuverlässige Kenntniß von der Größe und Gestalt der Erde, dem Flächeninhalte der einzelnen Erdtheile und Länder, die gegenseitige Lage von Städten, deren Entfernungen von einander u. s. w. dem Geographen mittheilen. So lange endlich die Sternkunde sich noch in ihren erst kleinen und unsichern Anfängen befand, so lange konnte auch nicht daran gedacht werden, auf dem Oceane möglichst sicher und in kürzester Zeit nach entfernten Ländern zu fahren, so wie Jahre lang dauernde Entdeckungsreisen entweder zur See oder in noch unbekannten, fast unbewohnten großen Ländern zu unternehmen; mit einem Worte: ohne Astronomie gäbe es keine Nautik oder Schifffahrtskunde, und keinen Handel nach überseeischen Plätzen, wie er

jetzt betrieben wird! Eben so haben die Mechanik und Optik einen großen Theil ihrer jetzigen höhern Ausbildung der Astronomie zu verdanken, indem durch die gesteigerten Forderungen der beobachtenden Astronomen die Mechaniker und Optiker oft veranlaßt worden sind, als denkende Künstler die Feinheit und Genauigkeit ihrer Arbeiten auf einen noch höhern Grad, als früher der Fall gewesen, zu bringen. Auch läßt sich ein gewisser Einfluß der Astronomie auf die reine höhere Mathematik, und von dieser wiederum auf jene, durchaus nicht verkennen.

Eben so bedeutend, ja wohl noch ungleich bedeutender ist der geistige Nutzen der Astronomie. Diese Wissenschaft zeigt dem Menschen seine Kleinheit, seine Beschränkung auf einen, im Weltall gänzlich verschwindenden Punkt, als welcher die Erde, der menschliche Wohnplatz, zu betrachten ist! Der aufmerksame Beobachter wird durch den prachtvollen Anblick des heiter gestirnten Himmels um so mehr zur staunenden Bewunderung der unermeßlichen Allmacht und Weisheit des Weltenschöpfers hingerissen, je näher er sich mit dem Universum selbst, mit Hilfe der Astronomie schon bekannt gemacht hat. Die Astronomie, welche die ehemalige abergläubische Furcht vor der Herrschaft der Kometen zerstört hat, erfüllt das Herz des Menschen mit der innigsten Ehrfurcht gegen den unendlich Erhabenen, führt zur wahren Demuth gegen den Ewigen, erhebt das fromme Gemüth und giebt die sichere Hoffnung auf ein Jenseits nach dem Tode. Zugleich aber auch erweckt die Sternkunde, je tiefer man in dieselbe eingedrungen, die größte Achtung vor der hohen Kraft und Ausdauer des menschlichen Geistes, der mit seinem Forscherblick in die unermeßlichen Tiefen des Universums einzudringen vermocht, den Schein von der Wahrheit zu trennen gewußt hat, ohne andere Hilfsmittel benutzen zu können, als Zahlen und Fi-

guren, einige Meßwerkzeuge und eine schwache Verstärkung der Sehkraft durch ein Stückchen Glas. Laplace sagt daher sehr trefflich: „Durch die Erhabenheit ihres Gegenstandes und durch die in allen andern Wissenschaften beispiellose Vollendung ihrer Theorie ist die Astronomie das schönste Denkmal des menschlichen Geistes, sein Stolz und zugleich sein Trost für die Unbedeutenheit geworden, welche die Natur ihm und seiner Erde auf der Stufenleiter der Wesen angewiesen zu haben scheint, so daß er seine eigene Größe bewundern muß in der Kleinheit der Basis, die ihm gedient hat, den ganzen Himmel zu messen. Erhalten wir daher mit Sorgfalt, und, wenn es uns vergönnt ist, vermehren wir auch mit Eifer den, von den Weisesten aller Zeiten und Nationen an uns vererbten, Vorrath dieser erhabenen Kenntnisse, dieser edelsten Genüsse denkender Wesen!"

Ehe ich von Ihnen, liebe Zuhörer, Abschied nehme, will ich versprochener Maaßen das andeuten, was die Astronomen jetzt und in der Folgezeit vorzüglich noch zu berücksichtigen und zu untersuchen haben: Ausführlichere Untersuchungen über die gegenseitige Lage der kleinen Planeten zwischen Mars und Jupiter, deren höchst wahrscheinlich noch mehrere werden aufgefunden werden; zahlreichere und anhaltendere möglichst genaue Beobachtungen der Sonnenflecke, Sternschnuppen und der veränderlichen Sterne; scharfe Bestimmung geographischer Längenunterschiede mittels Benutzung der elektrischen Telegraphen; wesentliche Verbesserung selbstregistrirender meteorologischer Apparate; Erweiterung der astronomischen Ephemeriden durch die Aufnahme sämmtlicher kleinen Planeten zwischen Mars und Jupiter, so wie durch die Aufnahme noch anderer Fundamentalsterne außer den Bessel'schen; Entwerfung neuer Tafeln für Uranus und Neptun; Vollendung der Berliner akademischen Sterncharten; Vereinfachung mancher astronomischen Rechnungen, be-

sonders der planetarischen und der Störungsrechnungen, dafern eine solche Vereinfachung als wünschenswerth und möglich sich herausstellen sollte; fortgesetzte Bearbeitung der neuern periodischen Kometen von Faye, Brorsen und d'Arrest; Vermehrung genauer geographischer Ortsbestimmungen in andern Erdtheilen u. s. w.; dies Alles sind die wichtigsten und zunächst nothwendigen Arbeiten, mit denen die Mathematiker und Astronomen sich von jetzt an zu beschäftigen haben werden!

Anhang.

Mehrere meiner geehrten Zuhörer haben gewünscht, daß ich ihnen noch Einiges mittheilen möchte, welches ich in meinem 22. Vortrage über den Mond nicht erwähnt habe, und das nach ihrem Dafürhalten doch nicht weniger interessant und einer etwas nähern Auseinandersetzung für den Laien eben so werth sei, als das, was ich bereits in jenem Vortrage mitgetheilt hätte. Indem ich sehr gern dieser für mich angenehmen Aufforderung jetzt zu entsprechen suchen werde, erlaube ich mir nur zu bemerken, daß blos die Befürchtung, mein damaliger Vortrag über den Mond werde zu lang ausfallen, mich bestimmte, nur das Hauptsächlichste erwähnen zu müssen.

Da der Mond der uns am nächsten stehende Himmelskörper ist, so kennen die Astronomen die Oberfläche desselben natürlich besser und vollständiger, als die Oberflächen aller Planeten. Aber es leuchtet auch ein, daß diese Vollständigkeit nicht so groß sein kann, als die der Kenntniß unserer Erdoberfläche, weil hier alles in unmittelbarer Nähe und im Bereiche unserer sämmtlichen Sinne ist. Dagegen können wir den Mond blos sehen, d. h mit unsern Fern=

röhren als einen Gegenstand betrachten, der schon ziemlich weit von uns, nämlich 51000 geogr. Meilen entfernt ist. Mithin vermag eine Darstellung der Mondoberfläche nicht so, wie die der Erdoberfläche ins Einzelne einzugehen. Ich werde Ihnen dies beweisen. Ein Mensch darf, damit wir ihn noch mit unbewaffneten Augen sehen, nicht weiter von uns, als höchstens eine Meile entfernt sein. Um nun den Mond scheinbar bis auf eine Meile zu uns heranzuziehen, würde eine 51000fache Vergrößerung des Fernrohrs nöthig sein.

Wenn nämlich ein Fernrohr z. B. 1000mal vergrößert, so will dies so viel sagen, als: Ein Gegenstand, 1000 Fuß von uns, entfernt, erscheint in diesem 1000mal vergrößerndem Fernrohre eben so groß und deutlich, als er dem bloßen Auge des Beobachters erscheinen würde, sobald der Gegenstand nur 1 Fuß vom Beobachter entfernt wäre. Nun hat aber sehr vieljährige Erfahrung bewiesen, daß, wenigstens in unserm Klima, blos eine 300fache Vergrößerung des Fernrohrs mit Erfolg auf den Mond angewandt werden könne. Den Schilderungen zufolge, die Alexander v. Humboldt von der Klarheit des Himmels und der Ruhe der Luft in Cumana, und John Herschel von der Pracht des Himmels am Vorgebirge der guten Hoffnung gemacht, darf man freilich glauben, daß es in diesen für die Sternkunde höchst schönen Gegenden vortheilhaft sein könnte, noch stärkere Vergrößerungen, als 300, für den Mond anzuwenden. — Wer nun auf dem Monde Geschöpfe, nicht größer als Menschen und Thiere, sehen wollte, müßte sich eines Fernrohrs von 51000facher Vergrößerung bedienen, d. h. eines solchen, welches 170mal (nämlich 300 in 51000 giebt 170) stärker als ein anderes Fernrohr vergrößerte und doch dieselbe Deutlichkeit, wie dieses, noch besäße. Ferner würden unsere größten Gebäude, die noch in einer Entfernung von

5 Meilen gut erkennbar sind, eine Vergrößerung von 10200 erfordern, sobald sie, auf dem Monde befindlich, noch wahrgenommen werden sollten. Allein 10200 wäre eine nahe 34mal stärkere Vergrößerung, als diejenige ist, welche bis jetzt an den ausgezeichnetsten Teleskopen noch vortheilhaft und zwar nur bei den Fixsternen gebraucht werden kann. Zu solchen Fernröhren jedoch ist freilich vor der Hand noch wenig Aussicht; ja, ginge auch endlich einmal dieser fromme Wunsch in Erfüllung, so könnte dies doch zu nichts helfen, weil eben zugleich auch eine 34mal reinere Erdatmosphäre und überdies ein Mittel erforderlich sein würde, die 34mal schnellere Geschwindigkeit des Mondes im Gesichtsfelde eines solchen Fernrohrs wieder unschädlich zu machen. Ich muß nämlich hier bemerken, daß mit der Vergrößerung eines Fernrohrs auch die Geschwindigkeit der Bewegung des, in diesem Fernrohre betrachteten Gegenstandes wächst, so daß also bei sehr starken Vergrößerungen das Gestirn nach nur wenigen Secunden schon aus dem Gesichtsfelde des Fernrohrs eilt, wodurch die Beobachtung natürlich sehr erschwert wird.

Ist es also, kann man nun fragen, überhaupt nicht eine etwas zu voreilige Behauptung, der Mond habe Wohnungen, Städte, künstliche Straßen, Festungen und andere dergleichen, von den Seleniten aufgeführte Bauwerke, wie namentlich Schröter und Gruithuisen behaupten, und sogar ganz deutlich gesehen haben wollen. So sah Gruithuisen z. B. einen, aus regulären Wällen bestehenden, Bau in dem „Schröter" genannten Flecken, und erzählt davon Folgendes: „Dieses ungewöhnliche Mondgebilde fällt jedem geübten Auge mit dem ersten Blicke zugleich als Kunstwerk auf. Man findet es unter 5° 30′ nördlicher Breite und 8° östlicher Länge, und es ist nur sichtbar, wenn es ganz an der Lichtgrenze steht. Es hat von Osten nach Westen und von

Norden nach Süden einen Durchmesser von 5 geograph. Meilen. Es befindet sich in einer der dunkelsten Landschaften des Mondes, ist selbst fast so dunkel, als dessen Umgebung im Osten, und liegt in der Nähe des Aequators, wo man eine große Fruchtbarkeit voraussetzen darf. Das ganze Gebäude ist genau nach den Weltgegenden angelegt, doch geht die Richtung der Seitenzüge der Wälle nicht nach Osten oder Westen, sondern genau nach Südosten oder Südwesten, und diese bilden also mit dem großen Stammwalle Winkel von 45 Graden, daher unter sich selbst Winkel von 90 Graden, und haben beiläufig eine Stellung, wie die Rippen eines Erlen- oder Rosenblattes."

Gruithuisen entdeckte diesen räthselhaften Gegenstand am 12. Juli 1822. Seine spätern Beobachtungen haben die constante Gestalt desselben bestätigt. Einige Jahre später entdeckte Schwabe in Dessau auch noch einige neue Außenwälle. Zuweilen fand aber Gruithuisen dieses Wallwerk auch von rauchartigen Nebelwolken so bedeckt, daß nur Spuren einzelner Wälle übrig waren und das Ganze sich blos unförmlich darstellte. Er hatte übrigens noch mehrere ähnliche, wenn gleich nicht so auffallende Wallwerke im Monde gesehen, wie z. B. im Flecken Rheticus und im Flecken Grimaldi. Es darf wohl als wahr angenommen werden, daß man über 4000 Fuß im Durchmesser große Gegenstände auf dem Monde deutlich, aber nur nicht ihrer Gestalt nach wahrnehmen könne; denn diese Objecte stellen sich blos als Punkte dar. Und doch glauben Viele, mit der fortschreitenden Verbesserung und Vergrößerung der Fernröhre werde des am Ene noch möglich, die Wohnungen der Seleniten und ihre Kunstproducte ganz deutlich wahrzunehmen.

Als Herschel der Jüngere in den dreißiger Jahren am Vorgebirge der guten Hoffnung mit seinem trefflichen Spiegelteleskop den südlichen Himmel fleißig beobachtete, erschien

auf einmal, nämlich im Jahre 1836, zu Hamburg unter dem Titel: „Neuer Abdruck der höchst merkwürdigen Berichte über die großen astronomischen Entdeckungen auf dem Monde, nebst apparenter Bestätigung derselben,“ ein Buch, das zwar anfänglich großes Aufsehen erregte, aber sehr bald wieder der verdienten Vergessenheit anheim fiel, als man erkannt hatte, welche freche Charlatanerie (sogenannte Münchhauseniade) es enthielt. Dies bestätigt sich gleich im Anfange auf der Rückseite des Titelblattes wörtlich also:

Authentisch.

Ich würde es umsonst versuchen, in dem engen Raume eines Briefes Ihnen (Planta (?) in Turin) auch nur einen kleinen Theil der glänzenden und auffallenden Gegenstände, die sich meiner Beobachtung dargeboten haben, zu schildern.

J. Herschel in Afrika,
auf seinem Landhause bei Windberg am Cap der guten Hoffnung.

Wie ich damals und später erfahren habe, soll ein Nordamerikaner der Verfasser dieses Plagiats gewesen sein. Derselbe läßt in seinem Buche Herschel'n mit Hilfe seines Teleskops allerlei merkwürdige Geschöpfe, z. B. Schafe von ganz eigenem Bau und Wuchs wahrnehmen, und man muß sich nur wundern, wie damals selbst Gebildete durch das Lesen dieses Buches verführt werden konnten, allen Ernstes zu glauben, daß sich Alles so wirklich verhalte und von John Herschel gesehen worden sei!

Wie ich Ihnen in meinem Vortrage die Erscheinungen des Mondes in Beziehung auf die Lichtphasen desselben erklärt habe, so können wir auch die Erscheinungen des ganzen Himmels, wie er den Mondbewohnern erscheinen mag, durch bloße Schlüsse erfahren, da wir die Verhältnisse bereits kennen, unter welchen die Mondbewohner in Beziehung auf ihre Rotation und Revolution,

und auf die Lagen ihrer Ekliptik und ihres Aequators stehn. Wenn man dem gewöhnlichen Sprachgebrauche gemäß durch das Wort Tag die Zeit zwischen zwei nächsten Aufgängen der Sonne bezeichnet, so sind die Tage des Mondes $29\frac{1}{2}$ Mal länger als unsere Tage. Der Mondtag ist nämlich dem synodischen Monate, also der Zeit von $29\frac{53}{100}$ unserer Tage gleich. Die Seleniten sehen mithin die Sonne $14\frac{3}{4}$ unserer Tage über, und eben so lange unter ihrem Horizonte. Zur Zeit des Neumonds haben die Bewohner der Mitte der uns sichtbaren Mondhälfte eben Mitternacht und Vollerde, beim Vollmonde aber Mittag und Neuerde, während den Bewohnern des östlichen und westlichen Randes die Sonne eben auf- oder untergeht. Auf diese Weise schreitet der Auf- und Untergang der Sonne auf der Mondoberfläche, während jedes unserer Tage um $12^0\ 12'$ fort, und die Sonne sowohl, als auch der ganze gestirnte Himmel rückt durch seine tägliche Bewegung während jedes unserer Tage nur um denselben kleinen Bogen von $12^0\ 12'$ von Osten gegen Westen, während der Himmel in derselben Zeit für uns sich um volle 360 Grade um die Erde zu drehen scheint. Allein bei dieser sehr langsamen Umdrehung der Himmelskörper giebt es einen, der daran gar keinen Theil nimmt und in absoluter Ruhe zu stehen scheint. Dieser Himmelskörper ist, scheinbar wenigstens, viel größer als alle übrigen, selbst die Sonne nicht ausgenommen, und ist kein anderer als unsere Erde. Da nämlich, wie Sie gehört haben, der Mond immer dieselbe Seite der Erde zuwendet, oder da derjenige Punkt seiner Oberfläche, welcher der Erde am nächsten steht, ihr auch immer am nächsten bleibt, so werden offenbar die Bewohner dieses Punktes die Erde stets in ihrem Zenith sehn, und alle diejenigen, welche in der Peripherie eines Kreises wohnen, dessen Mittelpunkt jener der Erde nächste Punkt ist und dessen Halbmesser

10, 20, 30... Grade von der Oberfläche des Mondes einnimmt, werden auf der Erde immer um 10, 20, 30... Grade von ihrem Zenithe unverrückt am Himmel stehen sehn. Die Bewohner des Randes der uns zugekehrten Seite des Mondes sehen die Erde immerwährend in ihrem Horizonte, alle andere dagegen stets in derselben und zwar in einer desto größern Höhe, je weiter sie selbst von jenem Rande entfernt sind. Sonne, Planeten und alle Gestirne des Himmels gehen für den Mond alle 14½ unserer Tage einmal auf und einmal unter, aber für das größte aller vom Monde aus sichtbaren Gestirne, für die Erde selbst, giebt es weder Auf- noch Untergang. Sie stehet fest am Himmel, während sich hinter ihr alle andern Gestirne, selbst die Sonne, in 29½ unserer Tage von Osten gegen Westen bewegen. Doch findet diese Erscheinung nur für diejenigen Bewohner des Mondes statt, welche die uns zugewendete Seite desselben einnehmen; die andern sehen die Erde gar nicht und wissen vielleicht auch nichts von ihrer Existenz, wenn sie nicht von ihren Nachbarn davon Nachricht erhalten.

Die beiden Hemisphären des Mondes, von welchen, wie Sie schon früher gehört haben, die eine uns stets zugekehrt, die andere stets unsichtbar ist, sind in Bezug auf ihre Nächte wesentlich von einander verschieden. Die Nächte der abgewandten Seite sind in der That völlig dunkel, da hier niemals die Sonne scheinen kann. Auf der uns zugekehrten Hemisphäre erleuchtet die Erde dagegen ihre Nächte sämmtlich und zwar ihrer ganzen Dauer nach, also nicht wie bei uns, wo blos zur Zeit des Vollmonds die ganze Nacht hindurch Mondschein stattfindet. Uebrigens muß die Erde dem Monde offenbar eben solche Phasen darbieten, wie der Mond uns, d. h. die Erde ist für die Seleniten bald gar nicht, bald zur Hälfte, bald ganz beleuchtet. Zur Zeit des Neumonds, Ersten Viertels, Vollmonds und Letzten Viertel ist auf dem Monde in derselben Ordnung der Reihe

nach Vollerde, Letztes Erdviertel, Neuerde und Erstes Erdviertel. Dieser Phasenwechsel der Erde kann den Mondbewohnern als beiläufiger Zeitmesser dienen. Die Rotation der Erde ist für den Mond hinsichtlich ihrer Geschwindigkeit sehr kenntlich; auch werden die einzelnen Meere, Erdtheile und größern Inseln auf dem Monde sich sehr bemerklich machen, eben weil die Rotationsgeschwindigkeit der Erde solche Wahrnehmungen auch schon ohne unsere Fernröhre dort mit bloßen Augen anzustellen zulassen würde.

Da ferner der Mond in Bezug auf die Sonne sehr nahe bei der Erde sich befindet, so ist leicht einzusehen, daß man vom Monde aus die Planeten sehr nahe bei eben denselben Sternen wird wahrnehmen müssen, bei welchen man sie von der Erde aus bemerkt. Bei der Venus und dem Mars beträgt der Unterschied kaum 30 und 24 Minuten in Länge, kaum 2 oder 3 Minuten in Breite, und für die von uns entferntern Planeten ist dieser Unterschied offenbar noch weit geringer.

Beer und Mädler haben in ihrer Selenographie die interessante Frage erörtert, welche Vortheile und Nachtheile ein Beobachter des Himmels auf dem Monde vor dem auf der Erde haben würde, sobald er mit denselben Sinnen und Fernröhren wie dieser versehen wäre. Da die vordere Hemisphäre des Mondes eigentlich keine Nacht, sondern blos Abwechslung von Tag und Erdschein hat, welcher letztere unsern Mondschein 13½ Mal an Helligkeit übertrifft, so kann der auf dieser Hemisphäre sich befindende Astronom nur zur Zeit des Erdscheins, und blos in der einen Hälfte eines jeden Monats, die Gestirne des Himmels und noch dazu nur die größern, hellern wahrnehmen. Aber Zeit- und Längenbestimmungen wird er geradezu mit großer Leichtigkeit erhalten. Nur während einer totalen Mondfinsterniß, die dort bis auf drei Stunden sich steigern kann, ist dem

Astronomen dieser Hemisphäre ein völlig ungehinderter Blick zum Sternenhimmel gestattet, wo er dann freilich Gegenstände wahrnehmen wird, die er bisher Monate lang nicht gesehen hat.

Die Nächte der jenseitigen Hemisphäre, wo die Sonne niemals scheint, werden auch durch den Nachtschein nicht einmal erhellt, sind mithin gänzlich finster, dauern fast 15 unserer Tage und geben daher dem schon erwähnten Beobachter, wenn er sich nun auf diese Hemisphäre begeben hat, häufig Gelegenheit, ungehindert die feinsten astronomischen Beobachtungen zu machen, die bei uns leider von den hellen Sommernächten, vom Mondschein, von der Dämmerung, dem Nebel und den Wolken so oft gestört und bisweilen ganz unmöglich gemacht werden; auch werden dort schon deshalb alle Himmelsbeobachtungen sehr erleichtert, weil die Atmosphäre des Mondes, wenn sie überhaupt existirt, viel reiner und dünner als die Erdatmosphäre ist.

Endlich genießen beide Hemisphären des Mondes den nicht unwichtigen Vortheil, daß der Himmel mit sämmtlichen Gestirnen sich 27 Mal langsamer, als für uns auf der Erde bewegt, daß also dort ein Beobachter die Gestirne viel länger im Gesichtsfelde seines Fernrohrs behalten, und folglich auch ruhiger und genauer beobachten kann. Besonders wird die Erde oft mehrere Stunden, gleichsam wie angeheftet, im Fernrohre verbleiben.

Der Mond ist hiernach zur Anstellung vou Himmelsbeobachtungen viel besser geeignet, als die Erde. Aber dafür wird der Astronom auf dem Monde es mit einer weit mühsamern Berechnung dieser seiner angestellten Beobachtungen zu thun haben. Die Ursache davon liegt in dem Umstande, daß die Bewegungen des Mondes sämmtliche Himmelserscheinungen noch weit mehr verwickeln, als dies ohnehin schon für uns durch die Bewegung der Erde ge-

schieht. Dagegen haben die Seleniten in geographischer Beziehung einen sehr großen Vortheil, auf welchen wir Erdbewohner leider wohl für immer verzichten müssen. Die Seleniten erblicken nämlich die landschaftlichen Prospecte unserer ganzen Erde beinahe unter allen Azimuthal- und Höhenwinkeln, und können so, wie Littrow sagt, zu einer sehr vollständigen Geographie gelangen, aus welcher gewiß viele Data höchst willkommene Bereicherungen unserer Erdkunde sein würden.

In meinem 22. Vortrage habe ich erwähnt, daß man im Allgemeinen immer dieselben Flecken, also stets nur dieselbe Seite des Mondes sehe. Wird jedoch der Mond genauer betrachtet, so zeigt er gewisse Schwankungen gegen unsere Gesichtslinie, welche einige kleine Theile seiner andern, uns stets unsichtbaren Hälfte an den Rändern der vorderen, uns sichtbaren Hälfte erscheinen und wieder verschwinden lassen. Diese Erscheinung nennen die Astronomen die Libration (Schwankung) des Mondes, und zwar giebt es eine Libration in Länge und eine Libration in Breite; jene findet am Ost- und Westrande, diese am Süd- und Nordrande des Mondes statt. Die Beobachtungen und theoretischen Untersuchungen haben gezeigt, daß die bekannten Ungleichheiten der Umlaufsbewegung des Mondes um die Erde diese scheinbaren Schwankungen seines Körpers erzeugen, ohne daß die gleichförmige Umdrehung des Mondes um seine Axe gestört wird. Jene Ungleichheiten verursachen also, daß ein Punkt auf der Mondoberfläche, der einmal in der Mitte der Scheibe gesehen wird, nicht immer diese Stelle behält.

Der Mond hat also seinen bestimmten Aequator, seine Pole und seine Meridiane, wie die Erde; folglich kann auf dem Monde gleichfalls von einer geographischen Länge und Breite die Rede sein. Die Mondbewohner haben sogar

noch einen großen Vortheil, der darin besteht, daß sie in der Wahl und Annahme eines Ersten Meridians nicht, wie wir auf der Erde, in Verlegenheit sein können. Die Seleniten hätten nämlich nur nöthig, denjenigen Mittagskreis zum Ersten Meridian zu wählen und anzunehmen, dessen Schwankungen ihn auf beiden Seiten gleich weit von der Erde entfernen.

Was nun die Abbildung der uns sichtbaren Mondoberfläche betrifft, so ist die von Beer und Mädler für ihre Charte, von der ich in meinem 22. Vortrage kurze Erwähnung gethan, gewählte Projection natürlich die orthographische, d. h. diejenige Abbildungsweise, wo das Auge des Beobachters in einer unendlichen Entfernung von der Mondkugel angenommen ist. Zwar erscheinen auf einer solchen Charte die dem Mondrande zunächst befindlichen Stellen schmal und zusammengedrängt, allein der Anblick überhaupt, den eine solche Abbildung gewährt, ist doch dem Anblick der Mondscheibe selbst ganz ähnlich. Schade nur, daß die vorhin von mir erwähnten Librationen oder Schwankungen des Mondes sich einer getreuen Darstellung dieses Himmelskörpers in einer für immer brauchbaren Charte widersetzen. Indessen haben Beer und Mädler einen sehr glücklichen Ausweg zu treffen gewußt; sie wählten nämlich zu ihrer geographischen Darstellung die Zeit der mittlern Libration, so daß die Ungleichheiten nur auf die Hälfte ihrer wahren Größe ansteigen.

Uebrigens ist auf der Mondcharte von Beer und Mädler Riccioli's Bezeichnungsweise der Mondflecke befolgt worden. Wie ich schon früher erwähnt habe, wählte Riccioli zu diesem Behuf die Namen der berühmtesten Philosophen. „Weil nun aber" — dies sind Littrow's eigene Worte — „Riccioli's noch sehr mangelhafte Mondcharte eine große Menge von Gegenständen ganz unbenannt gelassen, so bot

sich unsern Verfassern (nämlich Beer und Mädler) eine Gelegenheit dar, gar manche der bereits verstorbenen, als auch mehrere der noch lebenden Astronomen mit artigen Gütern und Herrschaften im Monde zu beschenken. Sie werden es ihnen Dank wissen, da wohl die wenigsten unter ihnen ähnliche Dinge auf der Erde von denen erhalten haben, welchen die Vertheilung der irdischen Güter überlassen worden ist. Zwar tragen jene Reiche keine Einkünfte, aber auch keine Lasten, und der, wie man sagt, so beschwerlichen Regierungssorgen können sich die neuen Beherrscher jener Länder völlig entschlagen, ohne von ihren Unterthanen oder von ihrem eigenem Gewissen deshalb Vorwürfe zu befürchten."

Auf der kleinen Generalcharte des Mondes (von Beer und Mädler) sind 368 numerirte Krater, Berge u. s. w. mit den Namen berühmter Gelehrten aller Zeiten angegeben, so wie an den Seiten dieser Charte die Höhen oder Tiefen dieser Flecken, in Pariser Fußen ausgedrückt. Vor Lohrmann, Beer und Mädler hat man dem berühmten astronomischen Justizamtmann Schröter in Lilienthal alles zu verdanken, was hierher gehörige Messungen betrifft.

Noch kann ich nicht unerwähnt lassen, daß Mädler einen recht hübschen Versuch gemacht hat, die Mondfläche sowohl nach ihren Terrain-, als Farbenverhältnissen gleichzeitig und doch zugleich gesondert darzustellen. Diese Darstellung umfaßt eine Gegend des südöstlichen Quadranten von etwa 4500 geographischen Quadratmeilen, deren bedeutendster Gegenstand Tycho ist. Auf einer Seite ist das Terrain so dargestellt, wie es im astronomischen Fernrohre direct gesehen erscheint. Die Namen und Buchstaben entsprechen denen der Mappa Selenographica, die Zahlen sind Höhen in Toisen. Die Kehrseite aber enthält die in hoher Beleuchtung sichtbaren Lichtverhältnisse, jedoch als Spiegelbild. Betrachtet

man nun diese Seite zuerst in einer, von einem Fenster abwärts gerichteten Lage, und wendet sich dann damit allmälig so, daß man das Blatt zuletzt gegen das Fenster hält: so hat man eine deutliche Vorstellung von der Art, wie vom Vollmonde bis zum Letzten Viertel die Farben nach und nach zurücktreten und die früher unsichtbaren Terrainverhältnisse deutlicher werden.

Wie es übrigens bekannt ist, daß man Erdkugeln verfertigt, entweder glatt, was am häufigsten geschieht, oder en Relief, eben so sind derartige Versuche im Betreff des Mondes gemacht worden. Um nämlich ein deutliches, augenfälliges Bild von der merkwürdigen Bildung des Mondes in einem Ueberblicke zu erhalten, hatte schon zu Anfange dieses Jahrhunderts Russel eine Mondkugel von 12 Zoll im Durchmesser verfertigt, die mittels eines künstlichen Fußes auch die Schwankung, wie sie von der Erde aus gesehen wird, darstellte.

Erst im Jahre 1839, als Mädler in Pyrmont war, ward dieser mit einem astronomischen Kunstwerke eigener Art bekannt. Seit einer Reihe von Jahren nämlich hatte sich die Hofräthin Witte in Hannover damit beschäftigt, die sichtbare Mondhalbkugel en Relief auszuführen, und da hierzu die bisherigen Charten ungenügend waren, durch eigene Beobachtungen auf ihrem kleinen, aber zweckmäßig eingerichteten Observatorium nachzuhelfen. Die zwar kunstreichen, aber mißlungenen Versuche wurden zurückgesetzt, als 1834 der erste Theil der Mappa Selenographica erschien. Von nun an wählte die Künstlerin diese Charte und die dazu gehörende Selenographie zur einzigen Grundlage ihrer Arbeiten, und das Detail der Charte, so wie die Längen-, Breiten- und Höhenangaben des Werkes sind auf eine Weise benutzt, die sowohl von den gründlichen mathematischen Kenntnissen,

als von der Sorgfalt und technischen Geschicklichkeit der Verfertigerin das rühmlichste Zeugniß ablegt.

Mädler hat in Pyrmont diese Kugel in einer Sitzung der naturforschenden Gesellschaft vorgewiesen, durch genaue Prüfung überzeugt, daß hier allen Anforderungen der Kunst und Wissenschaft entsprochen und daß die Nachbildung sehr gelungen ist. Da durch eine leichte einfache Vorrichtung der Mondglobus in jede Lage gebracht und erhalten werden kann, so richtete ihn Mädler gegen die Sonne, producirte so beliebig alle Phasen des Mondes, und betrachtete ihn nun aus einiger Entfernung durch ein Fernrohr, wo er zu seiner Ueberraschung alle Schattenconturen, abgetrennte Lichtinseln u. dergl., wie sie ihm durch seine zahlreichen Mondbeobachtungen noch sehr gut erinnerlich waren, wiederfand. Die Farbe der einzelnen Mondgegenden ist ebenfalls nach richtigen Verhältnissen wiedergegeben Die Lichtstreifen aber fehlen. Es hat also nun, wie Mädler sagt, die Plastik ausgeführt, was die Graphik nicht vermochte: „wir können alles auf den Monde Erkennbare jetzt buchstäblich mit Händen greifen".

In neuester Zeit hat auch Julius Schmidt in Bonn gleichfalls es unternommen, eine Mondkugel anzufertigen. Etwas Näheres hiervon habe ich noch nicht in Erfahrung bringen können. Indessen war Bessel nicht günstig für astronomische Werke dieser Art gestimmt. Denn in seiner am 19. Januar 1838 gehaltenen Vorlesung über den Mond sagte er, wie er glaube, daß man mit Recht zu der Darstellung des Mondes auf einen ebenen Blatte 'zurückgekehrt sei, indem man wirklich kein Mittel besitze, die sich stark zusammendrängenden und einander verdeckenden Gegenstände an dem Rande, von einander getrennt, mit derselben Bestimmtheit zu erkennen, mit welcher man sie kennen müsse,

wenn man sie eben so gut, als die der Mitte der Mondscheibe nähern, auf einer Kugel darstellen wollte. —

Hier dürfte, nicht am unrechten Orte, wohl auch die beiläufige Erwähnung gewisser Apparate oder Maschinen geschehen, welche zur Versinnlichung und leichtern Erklärung aller den Mond sowohl für sich allein, als auch in Bezug auf die Erde betreffenden Bewegungen und Erscheinungen ersonnen und ausgeführt worden sind. Ich meine diejenigen Apparate oder Maschinen, welche den Namen Tellurium und Lunarium führen. Man kann im Allgemeinen gegen den Gebrauch derselben beim Schul- und Privatunterrichte nichts einwenden, da sie oft großen Nutzen stiften. Aber diese Gegenstände können ihrer Natur nach nicht einfach genug angefertigt werden, woraus der Uebelstand entstehet, daß der Preis derselben zu hoch zu stehen kommt, und also ihre Anschaffung den meisten Privatpersonen und selbst manchen Schulunterrichts-Anstalten viel zu schwer fällt, wo nicht gar unmöglich gemacht wird. Sehr gute Tellurien und Lunarien haben Schulze in Dresden, Schlimbach zu Werningshausen im Gothaischen, Seyffert zu Hohenstein bei Chemnitz, in neuester Zeit Scholle in Leipzig und Grimm in Gera, auch Bormann in Dresden theils selbst angefertigt, theils ausführen lassen.

Solche Apparate können jedoch — sie mögen nun noch so zweckmäßig eingerichtet sein und noch so viele Dienste leisten — immer nur als schwache Hilfsmittel zur Erleichterung eines eigentlichen astronomischen Studiums betrachtet werden. Schon ein einziger, aber sehr wichtiger Umstand z. B. ist bei den meisten von ihnen, gar nicht berücksichtigt, nämlich die elliptische Bewegung des Mondes um die Erde und seine Axenumdrehung; denn hierdurch geht z. B. die Anstellung des Experiments verloren, durch welches man zeigen könnte, warum der Mond immer nur dieselbe Seite

gegen die Erde wendet, ferner, wann er in das Perigäum und wann er in das Apogäum tritt.

Dagegen wäre es, meiner Ansicht nach, weit wünschenswerther, durch die Betrachtung des Mondes mit einem Fernrohre von etwa 40 bis 60facher Vergrößerung unter Zuhilfenahme einer guten Mondcharte dem Schüler oder Laien die wichtigsten Mondflecken der Reihe nach zu zeigen und kennen zu lehren, und zwar so, daß hierbei keine Mißverständnisse oder Irrthümer für den Lernenden sich einschleichen könnten, auch daß keine langen mündlichen Beschreibungen erforderlich wären. Dies würde nun freilich auf die Weise am besten geschehen können, wenn das Fernrohr vermöge seiner parallaktischen, durch ein Uhrwerk erzeugten Bewegung von selbst dem Monde folgte, so daß dieser immer im Gesichtsfelde des Fernrohrs bliebe. Letzteres dürfte dann nur mit einem Fadenkreuz versehen sein, dessen Durchschnittspunkt nun von dem Lehrer auf denjenigen Mondfleck eingestellt würde, welchen er so direct seinem Schüler zeigen könnte. Der Schüler selbst hätte alsdann blos nöthig, den gesehenen Fleck mit dem gleichnamigen auf der Mondcharte gehörig zu vergleichen, und so den Fleck gewiß, ohne sich geirrt zu haben, kennen zu lernen. Aber den wenigsten Laien, Schülern oder Lehrern wird ein solches Instrument zu Gebote stehen, und eben deshalb würde es, wie bereits bemerkt, von großem Vortheil sein, zu dem gedachten Zweck ein minder kostspieliges Hilfsmittel zu erhalten und anwenden zu können.

Noch habe ich mit Ihnen über eine Angelegenheit zu sprechen, die nicht allein die Astronomen und Physiker sehr beschäftigt hat, sondern die auch das allgemeine Publikum sehr interessirt, da es stets den Glauben gehegt und zum größern Theil noch, daß die Witterung mit vom Monde abhängig sei. Es betrifft nämlich die Untersuchung des

Einflusses des Mondes auf die Witterung. Bouvard untersuchte die Größe derjenigen Fluth, welche durch die Anziehung des Mondes auf unsere Atmosphäre entsteht, durch die Barometerhöhe ausgedrückt, fand aber diese Anziehung so äußerst gering, daß hieraus eine Einwirkung auf die Witterung sich durchaus nicht mit Sicherheit ergiebt. Die Erleuchtung und Erwärmung, welche der Mond der Erde zukommen läßt, könnten dagegen es vielleicht sein, durch die der Mond auf unser Wetter einwirkte. Aber das Licht des Vollmondes ist 90000 Mal schwächer, als das Sonnenlicht, und die Erwärmung durch den Mond endlich entzieht sich den Beobachtungen gänzlich. Daher können nur vieljährige Witterungsbeobachtungen einen Einfluß des Mondes auf die Witterung nachweisen, wenn ja ein solcher Einfluß wirklich stattfinden sollte; nur müßte man dann die Erforschung der Gründe dieses Einflusses erst der Zukunft überlassen.

Indessen haben sich bereits Schübler, Everets, Eisenlohr, Eugen Bouvard u. A. bemüht zu erfahren, ob der Mond etwa in Bezug auf seine Entfernung von der Erde, auf seine Höhe über dem Horizonte oder auf seine Phasen, d. h. auf seine Stellung gegen Sonne und Erde, irgend einen erkennbaren Einfluß auf die Witterung äußert.

Die Zahl der Regentage, welche sich in einer längern Reihe von 25 bis 28 Jahren ereignen, zusammengezählt und untersucht, in welchem Verhältniß sich die mittlere Regenmenge während des synodischen Umlaufs des Mondes in den einzelnen Abschnitten und Tagen dieses Umlaufs ändert, ergiebt folgende Resultate: Nach dem Mittel der zu allen Jahreszeiten angestellten Beobachtungen fällt der wenigste Regen zur Zeit des Letzten Viertels; einige Tage nachher, vom letzten Octanten bis Neumond, fängt die Regenmenge etwas zu steigen an, vermehrt sich jedoch zunächst

auf den Neumond bis zum ersten Octanten nur wenig. Mit Annäherung zum Ersten Viertel vermehrt sie sich schneller, und einige Tage nach diesem zur Zeit des zweiten Octanten erreicht sie im Mittel ihr Maximum. Mit Annäherung znm Vollmonde fängt sie an, sich wieder zu vermindern, was anfangs langsamer und dann schneller geschieht, namentlich gegen die Zeit des dritten Octanten. Am schnellsten vermindert sie sich bei Annäherung zum Letzten Viertel, mit dessen Eintritte sie gewöhnlich schon ihrem monatlichen Minimum nahe steht.

Werden nach Schübler die Regentage einer längern Reihe von Jahren näher zusammengezählt, und für die Zeiträume der einzelnen Octanten einer vergleichenden Berechnung unterworfen, so vertheilen sich je 1000 Niederschläge oder je 1000 Cubikzoll Wasser, welche sich aus der Luft niederschlagen, in folgendem Verhältniß auf die einzelnen Zeitabschnitte des synodischen Umlaufs des Mondes:

Vom Neumonde bis zum ersten Octanten	122,1,
vom ersten Octanten bis Erstes Viertel	126,1,
vom Ersten Viertel bis zweiten Octanten	135,2,
vom zweiten Octanten bis Vollmond	135,4,
vom Vollmonde bis dritten Octanten	129,7,
vom dritten Octanten bis Letztes Viertel	116,7,
vom Letzten Viertel bis Neumond	120,7,

Die mittlere Zahl der Niederschläge beträgt daher
während des zunehmenden Mondes . . 518,8,
während des abnehmenden Mondes . . 481,2,
in der Hälfte des Umlaufs vom ersten bis dritten Octanten 526,4,
in der andern Hälfte vom dritten Octanten durch den Neumond 473,6.

Der meiste Regen fällt also zwischen das Erste Viertel und den Vollmond, in den Zeitraum vom zweiten Octanten

bis Vollmond, der wenigste zwischen das Letzte Viertel bis Neumond, in den Zeitraum zwischen dem Letzten Viertel und dritten Octanten. Es fällt ferner im Mittel mehr Regen während des zunehmenden, als des abnehmenden Mondes; der meiste Regen in der zweiten Hälfte des synodischen Umlaufs vom ersten Octanten durch den Vollmond bis zum dritten Octanten, der wenigste in der andern Hälfte vom dritten Octanten durch den Neumond bis zum ersten Octanten.

In folgender Uebersicht stellte Schübler die für die Hauptpunkte des Mondes erhaltenen Resultate zusammen; die Beobachtungen sind sämmtlich nach dem Mittel der zu allen Jahreszeiten sich ereignenden Niederschläge, je auf hundert Tage reducirt, an welchen der Mond folgende Stellungen hatte.

Stellungen des Mondes an hundert Tagen.	Regentage.	
Am Tage des Neumondes . . .	42,8	Synodischer Umlauf.
Am Tage des ersten Octanten . .	43,1	
Am Tage des Ersten Viertels . .	44,1	
Am Tage des zweiten Octanten .	47,5	
Am Tage des Vollmondes . . .	46,4	
Am Tage des dritten Octanten . .	44,6	
Am Tage des Letzten Viertels . .	38,7	
Am Tage des letzten Octanten . .	38,3	
Am Tage der Erdnähe	48,6	Anomalistischer Umlauf.
Am folgenden Tage	47,7	
Am Tage der Erdferne	42,4	
Am folgenden Tage	40,4	
Nach zwei Tagen	39,6	

Stellungen des Mondes an hundert Tagen.	Regentage.	
Im südlichen Lunistitium	42,6	Abweichung
Beim Aufsteigen durch den Aequator	43,2	
Im nördlichen Lunistitium . . .	41,1	
Beim Absteigen durch den Aequator	40,4	
Beim Eintritte in die Knoten . .	44,9	Breite.
Beim Eintritte in die größte Breite	40,6	
Auf die Erdnähe im Ersten Viertel	57,1	Zusammentreffen wirksamer Punkte.
Auf die Erdnähe im zweiten Octanten	57,3	
Auf die Erdnähe im Vollmonde . .	44,1	
Auf die Erdnähe im Neumonde . .	43,1	
Auf die Erdferne im Letzten Viertel	37,3	
Auf den Vollmond in den Knoten .	50,0	
Auf den Neumond in den Knoten .	46,9	
Auf das Letzte Viertel in der größten Breite	85,8	
Auf die Erdnähe in den Knoten .	48,9	
Auf die Erdferne in den Knoten .	39,0	
An den zwei folgenden Tagen . .	33,5	

Es liegen diesen Resultaten die Niederschläge zu Grunde, welche sich während 348 synodischen oder 371 anomalistischen Mondumläufen ereigneten; die Zahl der sämmtlichen Niederschläge während dieser 28 Jahre war 4298.

So sehr nun diese Verhältnisse für eine, nach bestimmten Gesetzen erfolgende Einwirkung des Mondes auf unsere Atmosphäre sprechen, so zeigt es sich jedoch zugleich, daß die Wahrscheinlichkeit des Eintretens dieser oder jener Witterung an bestimmten Tagen auch beim Zusammentreffen der wirksamsten Punkte immer nur gering ist. Auf 100 Tage des Zusammentreffens der wirksamsten Punkte des synodischen und anomalistischen Umlaufs ereigneten sich 57

Mal Niederschläge und 43 Mal erfolgten diese nicht, und umgekehrt erfolgten beim Zusammentreffen der die Aufheiterung am meisten begünstigenden Verhältnisse 64 bis 66 Mal keine Niederschläge, während dennoch an diesen Tagen 34 bis 36 Mal wirklich Niederschläge erfolgten. Man wird mithin aus den verschiedenen Stellungen des Mondes stets blos mit einer geringen Wahrscheinlichkeit, nie aber mit Gewißheit auf die Witterung schließen können.

Auch Mädler stellte zu gleichem Behuf Beobachtungen an; aber sie führten ihn zu der Ueberzeugung, daß derartige Beobachtungen durchaus blos in den tropischen Ländern angestellt werden müssen, sobald sie die Beantwortung der hier in Rede stehenden Fragen möglich machen sollten. Mädler bekam von Trentepohl und Chenon solche Beobachtungen aus Guinea. Dieselben zeigten zwar sogleich zwei Hauptperioden des Barometerstandes, von welchen die eine von dem Stundenwinkel der Sonne, die andere von ihrer Länge in der Ekliptik abhängt, mithin eine tägliche und eine jährliche Periode; aber ein Einfluß der verschiedenen Entfernungen des Mondes von der Erde auf die Witterung geht aus diesen meteorologischen Beobachtungen von Guinea mit keiner Sicherheit hervor. Bei dieser Gelegenheit muß ich erwähnen, daß fast Jedermann sagt und behauptet, daß der Mondwechsel das Wetter ändere. Jeder meint, aus eigener Erfahrung zahlreiche Beobachtungen dafür gemacht zu haben — und dennoch ist nichts ungegründeter, als diese Behauptung, wie wirkliche Abzählungen, die einen Zeitraum von 50 Jahren umfassen, genugsam beweisen. Von den Anhängern jener Meinung oder Behauptung werden bekanntlich folgende specielle Regeln berücksichtigt:

Tritt der Neumond mit einer gewissen Witterung ein und dauert selbige bis zum Ersten Viertel fort, so ist noch bis zum Vollmonde hin keine wesentliche Aenderung des

bisherigen Wetters zu erwarten. Wie das Wetter am Tage des Ersten Viertels, so bleibt es die nächsten 7 Tage bis zum Vollmonde.

War es bis zum Tage des Vollmondes gutes oder schlechtes Wetter gewesen, so nimmt nun dieses respective fortwährend ab bis zum Letzten Viertel, welches sogar fortdauert bis zum Eintritt des nächsten Neumondes, sobald der erste oder die beiden ersten Tage nach dem Letzten Viertel keine auffallende Ausnahme in dem bisherigen Witterungscharakter zeigten.

Das Wetter am Tage des Letzten Viertels geht allmälig bis zum nächsten Neumonde in das entgegengesetzte Wetter über.

Aber auch diese Witterungsregeln werden sehr oft täuschen, denn sie sind durchaus nicht das Resultat vielfältiger und wissenschaftlich angestellter Beobachtungen; auch müßte diesem Annahmen zu Folge der Gang der Witterung eine große sich periodisch verhaltende Regelmäßigkeit zeigen, was aber nur sehr selten der Fall ist, und endlich kann die Astronomie sich durchaus keinen Einfluß der Mondphasen auf die Atmosphäre der Erde als möglich und erheblich vorstellen.

Ich will nun auch andere von Toaldo, einem italienischen Meteorologen, gegebene Witterungsregeln mittheilen, welche das Resultat seiner Bemühungen sind, die verschiedenen Stellungen des Mondes mit den Ergebnissen der meteorologischen Beobachtungen in Verbindung zu bringen. Toaldo nimmt zehn (sogenannte) Wendepunkte an, die den Einfluß des Mondes auf die Witterung bedingen, nämlich die Syzygien (Neu- und Vollmond), die Quadraturen (Erstes und Letztes Viertel), die Erdnähe und Erdferne, der aufsteigende und niedersteigende Knoten des Mondes,

endlich die **Mondwende**, d. h. die größte nördliche und südliche Entfernung vom Aequator. Jede Wetterveränderung soll mit einem dieser zehn Mondpunkte zusammenfallen, besonders dann auch, sobald mehrere Mondpunkte zugleich stattfinden. Namentlich werde die Aenderung des Wetters sehr sichtbar zu der Zeit, wenn die Syzygien mit der Erdnähe oder Erdferne zusammenfallen. Mehr gute Witterung werde durch die Quadraturen, die Erdferne und die südliche Mondwende, dagegen mehr schlechte durch die Erdnähe, die Syzygien, die Knoten und die nördliche Mondwende veranlaßt. Auch sei zu merken, daß nicht auf die Tage der Mondpunkte selbst der Witterungswechsel falle, sondern dieser letztere im Sommerhalbjahre erst etwas später, dagegen im Winterhalbjahre schon etwas früher sich einstelle. Sogar die **Mondoctanten**, welche ungefähr $3\frac{1}{2}$ Tage vor und nach dem Neumonde stattfinden, sollen die Aenderung des Wetters vorbereiten, so daß man von den Octanten auf die nächstkünftige Witterung schließen könne; doch glaubt Toaldo, daß, wenn das Wetter am 4., 5. und 6. Tage des Mondpunktes unverändert bliebe, das Wetter dann sich bis zum nächsten Voll- oder Neumonde hielte. Ohne aber der vielen besondern Regeln zu gedenken, welche sich auf die Tagesstunden der Mondperioden beziehen, muß ich doch anführen, daß nach Toaldo die schlimmsten Jahre eintreten, wenn die Mondknoten in den Widder, Krebs, die Waage und den Steinbock fallen, dagegen die vorzüglich guten Jahre, wenn die Knoten in den Stier, Löwen, die Jungfrau und den Wassermann einrücken.

Demnach richtete sich die Witterung hauptsächlich nach dem Laufe des Mondes, und alle achtzehnten Jahre würden einander ähnlich sein, ganz besonders auch das 54. Jahr, da in diesem die meisten Mondpunkte und zwar auf gleiche Weise sich einstellen. Bedenkt man nun aber, daß die zwei-

und mehrfache Verbindung der zehn Mondpunkte unter sich in ungemein großer Anzahl möglich ist, so sieht man ohne Mühe ein, daß allenfalls auf jeden Tag eine oder mehrere der erwähnten Verbindungen fallen können, und daß man folglich auch jeden Witterungswechsel in Toaldo's System hineinpassen kann. Man muß übrigens Toaldo's großen Fleiß bewundern, alle aus funfzigjährigen Beobachtungen entnommene Regellosigkeiten zu vereinbaren und unter feste Regeln zu bringen. Daß das System Toaldo's dennoch in sehr vielen Fällen hinsichtlich des Wetterprophezeiens eben so sehr trügt, als es in den übrigen Fällen mit der Erfahrung übereinstimmt, können Verzeichnisse von Jahre lang genau angestellten meteorologischen Beobachtungen beweisen.

Einst schlugen mehrere Physiker einen andern Weg ein, indem sie einen mit der Mondperiode regelmäßig wiederkehrenden Wechsel, nämlich die bekannte 19jährige, vom Stande des Mondes gegen die Sonne und Erde abhängige, Periode zu Hilfe nahmen. Nach ihnen muß also der allgemeine Charakter der Witterung einer 19jährigen Periode gehorchen. Die vorzüglichsten Verehrer und Vertheidiger dieses Systems sind besonders Hanow, Lamark, Cotte, Kirwan und Kratzenstein. Aber diese 19jährige Periode wird denjenigen, welcher sie zur Vorausbestimmung des Wetters benutzen will, eben so oft im Stiche lassen, als sie sich in den übrigen Fällen bewährt.

Aus Allem folgt nun, daß der Witterungswechsel sich nicht nach dem Monde richtet, und daß der Witterungscharakter der einzeln auf einander folgenden Jahre nicht nach Ablauf einer kleinern oder größern Periode von Neuem wiederkehrt. Und wie sollte es auch anders sein? Man bedenke nur, daß der Mond, welcher 50 Mal kleiner als die Erde und von uns über 50000 Meilen entfernt ist, nur

mittels seiner Anziehungskraft auf die Erde einwirken kann; man bedenke doch, daß viele ganz andere Umstände den Charakter und den Gang der Witterung bedingen, z. B. die Localität des Wohnungsortes, der Wind, die täglich und stündlich sich ändernde Neigung der Sonnenstrahlen, so wie deren chemische Einwirkung auf die Erdoberfläche. Es ist mithin das wahre Resultat dieses, daß die Witterung sich nicht nach dem Monde allein richte, sondern daß sie als die Gesammtwirkung sehr vieler theils bekannter, theils noch unbekannter Ursachen zu betrachten sei, daß es mithin noch sehr lange dauern wird, ehe man im Stande sein kann, den Charakter und den Gang der Witterung der zunächst folgenden Zeit im Voraus mit Gewißheit anzugeben.

Vor Schluß dieses Anhanges kann ich nicht unterlassen, von einigen Erscheinungen zu sprechen, welche zum Theil erst näher geprüft zu werden verdienen, ob sie in der Natur auch wirklich begründet sind. Diese Erscheinungen stehen mit dem Mondwechsel in anscheinend genauem Zusammenhange.

In Westindien will man längst die Bemerkung gemacht haben, daß Holz, zur Zeit des Vollmondes gefällt, weit leichter springe, verfaule, und als Nutz- und Werkholz überhaupt schlechter sei, als zu einer andern Mondphase gefälltes; auch in unsern geographischen Breiten will man derartige Beobachtungen gemacht haben: Nach 20jährigen Beobachtungen des Oberförsters Sauer in Selan soll alles Holz, zur Zeit des Vollmondes gefällt, leichter Risse und Sprünge bekommen, als das zur Zeit des abnehmenden Mondes gefällte; das zur Zeit des Letzten Viertels gefällte soll sich am besten zum Bauen und allen Holzarbeiten verwenden lassen, auch zu dieser Zeit am wenigsten Saft besitzen.

In Ostindien will man einen entschiedenen Einfluß des

Mondlichts auf die Pflanzen bemerkt haben; durch Entziehung des Lichtes verbleichte Pflanzen sollen schon durch den Einfluß des Mondlichtes wieder eine grüne Farbe erhalten. Auch werde die Fäulniß thierischer Körper durch das Mondlicht befördert.

Es wird vom Landmanne angenommen, daß gewisse Pflanzen, bei zunehmenden Monde gesäet, besser gedeihen sollen, als wenn sie beim abnehmenden Monde gesäet werden. Bäume sollen vorzüglich im zunehmenden Monde gesetzt werden; genauere Untersuchungen hierüber fehlen aber noch. Sollte vielleicht die während des zunehmenden Mondes etwas größere Regenmenge in Verbindung mit dem Mondlichte, welches zur Zeit des Vollmondes in größerer Menge auf die Erdoberfläche fällt, wirklich von einigem Einfluß sein?

In manchen Gegenden ist beim Landmann der Glaube erreicht, daß das Ausbrüten der Hühnereier um so besser vor sich gehe, je näher die Zeit des Ausschlüpfens der Jungen an den Vollmond falle, was neuere in Frankreich in dieser Beziehung angestellte Untersuchungen zu bestätigen scheinen. Bei Geisteskranken endlich zeigen sich zur Zeit des Vollmondes häufiger Ausbrüche von Wuth und Wahnsinn; Hämorrhoidal- und Leberleiden vermehren sich oft zur Zeit des Vollmondes; gewisse Kröpfe, sogenannte Mondhälse, schwellen oft zur Zeit des Vollmondes periodisch stärker an.

Wünschenswerth wäre es allerdings, daß Naturforscher und Aerzte auf diese Erscheinungen ihre Aufmerksamkeit richteten, weil obige Bemerkungen meist nur von Landleuten oder sonst von der Sache unkundigen Beobachtern herrühren mögen. Ein einfacher Kalender, wie man ihn in Frankreich schon in den zwanziger Jahren für die Aerzte angefertigt hat, würde zu diesem Zwecke wesentlich beitragen, sobald in

ihm die Tage der Mondviertel, der Erdferne und Erdnähe, der Knoten u. s. w. angegeben würden, und wenn der Beobachter bemüht wäre, diesen Tagen die Erscheinungen beizufügen, die er bei seinen Kranken, besonders den Nervenkranken, die an acuten Fiebern oder an hysterischen Zufällen Leidenden, zu bemerken Gelegenheit hat. Eine Sammlung dieser Beobachtungen, von aufmerksamen und parteilosen Aerzten und Naturforschern zusammengetragen, würde vielleicht schon in wenigen Jahren geeignet sein, einen Gegenstand aufzuklären, der mit dem Wohle der Menschheit so innig zusammenhängt, und über welchen man noch so wenig mit Bestimmtheit zu sagen weiß.

Nachdem ich durch vorstehende Mittheilungen über den Mond den Wunsch mehrerer meiner geehrten Zuhörer genügend erfüllt zu haben glaube, will ich selbst auch noch Etwas hinzufügen, in der Ueberzeugung, daß dies, als aus Rechnung allein hervorgegangen und darum als gewiß werthvoll und höchst interessant zu betrachten, meinen Zuhörern, von denen ich nun Abschied zu nehmen im Begriff stehe, um so angenehmer sein wird, als ihnen hierdurch Gelegenheit sich darbietet, eine ganz deutliche Vorstellung von der Gruppe der 15 kleinen Planeten, zwischen Mars und Jupiter, von welchen ich bereits im vierzehnten Vortrage das Hauptsächlichste erwähnt habe, zn erlangen.

Die elliptischen Bahnen zweier, um die Sonne laufenden, Planeten können sich entweder die eine die andere vollständig umschließen, oder wie Kettenringe in einander greifen. Stellt man sich die Bahnen körperlich, etwa wie Reifen von dünnem Drahte vor, so kann man sie im erstern Falle einzeln nach einander wegnehmen, im andern Falle aber nicht. Es finden nun diese beiden Fälle bei den 15 kleinen Planeten

statt; doch lernte man erst mit der Entdeckung der Pallas den zweiten Fall kennen.

Der ausgezeichnete Astronom d'Arrest hat durch seine Untersuchungen von 13 kleinen Planeten — also mit Ausnahme der beiden jüngsten, erst später entdeckten — folgende Systeme von kettenartigen (eingreifenden) und isolirten (umschließenden) Bahnen gefunden:

1) Hygiebahn. Eingreifende Bahn: Iris.
Isolirte Bahnen: Victoria, Parthenope, Asträa, Metis, Flora, Vesta, Ceres, Juno, Hebe, Egeria und Pallas.

2) Ceresbahn. Eingreifende Bahnen: Hebe und Juno.
Isolirte Bahnen: Hygiea, Parthenope, Asträa, Iris, Metis, Flora, Vesta, Victoria, Egeria und Pallas.

3) Parthenopebahn. Eingreifende Bahnen: Asträa, Flora, Vesta, Iris, Juno, Victoria und Pallas.
Isolirte Bahnen: Metis, Ceres, Hebe, Egeria und Hygiea.

4) Pallasbahn. Eingreifende Bahnen: Parthenope, Iris, Metis, Flora, Victoria, Juno und Hebe.
Isolirte Bahnen: Hygiea, Asträa, Vesta, Ceres und Egeria.

5) Egeriabahn. Eingreifende Bahnen: Asträa, Iris, Metis, Flora, Victoria, Juno und Hebe.
Isolirte Bahnen: Hygiea, Parthenope, Vesta, Ceres und Pallas.

6) Vestabahn. Eingreifende Bahnen: Hebe, Juno, Victoria, Flora, Metis, Iris, Asträa und Parthenope.
Isolirte Bahnen: Ceres, Pallas, Hygiea und Egeria.

7) Florabahn. Eingreifende Bahnen: Vesta, Victoria, Egeria, Pallas, Metis, Iris, Asträa und Parthenope.
Isolirte Bahnen: Ceres, Hebe, Juno und Hygiea.

8) Irisbahn. Eingreifende Bahnen: Victoria, Flora, Metis, Vesta, Hebe, Egeria, Pallas und Parthenope.
Isolirte Bahnen: Juno, Ceres, Asträa, und Hygiea.

9) Asträabahn. Eingreifende Bahnen: Flora, Vesta, Metis, Juno, Hebe, Victoria, Egeria und Parthenope.
Isolirte Bahnen: Ceres, Iris, Pallas und Hygiea.

10) Hebebahn. Eingreifende Bahnen: Asträa, Iris, Metis, Vesta, Victoria, Ceres, Juno, Egeria und Pallas.
Isolirte Bahnen: Hygiea, Parthenope und Flora.

11) Junobahn. Eingreifende Bahnen: Parthenope, Asträa, Metis, Vesta, Ceres, Victoria, Hebe, Pallas und Egeria.
Isolirte Bahnen: Hygiea, Iris und Flora.

12) Metisbahn. Eingreifende Bahnen: Flora, Vesta, Hebe, Victoria, Juno, Egeria, Pallas, Iris und Asträa.
Isolirte Bahnen: Ceres, Parthenope und Hygiea.

13) Victoriabahn. Eingreifende Bahnen: Juno, Hebe, Egeria, Pallas, Vesta, Flora, Metis, Iris, Asträa und Parthenope.
Isolirte Bahnen: Ceres und Hygiea.

Carrington in Durham hat ein Modell dieser sämmtlichen Bahnen angefertigt, bei welchem die mittlere Entfernung der Erde von der Sonne als Einheit durch die Länge von 3 englischen Zollen angenommen ist.

Der neueste am 29. Juli 1851 von de Gasparis entdeckte Planet (s. Seite 108) hat den Namen Eunomia erhalten.

Druck von J. S. Wassermann in Leipzig.

12) **Melpomene.** Eingreifende Bahnen: Flora, Metis, Hebe, Victoria, Juno, Egeria, Pallas, Iris und Irene.

Isolirte Bahnen: Ceres, Parthenope und Hygiea.

13) **Victoria.** Eingreifende Bahnen: Juno, Hebe, Egeria, Pallas, Irene, Flora, Metis, Iris, Melpomene und Parthenope.

Isolirte Bahnen: Ceres und Hygiea.

Carrington in Durham hat ein Modell dieser planetarischen Bahnen angefertigt, bei welchem die mittlere Entfernung der Erde von der Sonne als Einheit durch die Länge von 3 englischen Zollen angenommen ist.

Der neueste am 29. Juli 1851 von de Gasparis entdeckte Planet (s. Seite 163) hat den Namen Eunomia erhalten.

Druck von J. B. Hirschfeld in Leipzig.

Jahn, Gustav Adolph,

Die Sternenwelt leichtfaßliche Vorträge über die Astronomie

Leipzig 1852